目　录

1. 手术显微镜……1
2. 显微外科手术器械及缝合针线……11
3. 显微外科的组织工作……25
4. 小血管阻塞的病理生理……34
5. 小血管外科的基本技术……43
6. 小血管修复的病理组织学……67
7. 小血管移植……85
8. 显微血管外科的麻醉……100
9. 断肢再植术……103
10. 断指再植术……126
11. 一期足趾-手移植……152
12. 游离皮瓣和游离大网膜移植……170
13. 显微淋巴外科……198
14. 带血管蒂游离骨移植与关节移植……220
15. 游离肌肉移植……240
16. 显微神经修复……252
17. 显微神经移植……265
18. 其它管状结构与组织的显微外科……270

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

1. 手术显微镜

显微外科的含意是在外科手术中使用显微镜。现代手术显微镜具有精密的光学装置和提高了放大倍数，使手术者能完成常规技术所不能达到的目的。外科医生由于使用精细的显微外科用的手术器械和缝合材料而提高了技巧，这些器械和缝合材料不仅减少对细小组织的损伤，而且能对这些组织进行精确的修复，这种修复在以前是做不到的。任何要求对细小的组织和结构有精确的了解的手术，有了外科手术显微镜将会得到改进。进行直径 3 毫米或小于 3 毫米的组织的手术时，使用手术显微镜比较理想，而对于直径在 1 毫米或小于 1 毫米范围组织手术的成功，手术显微镜则更为重要。

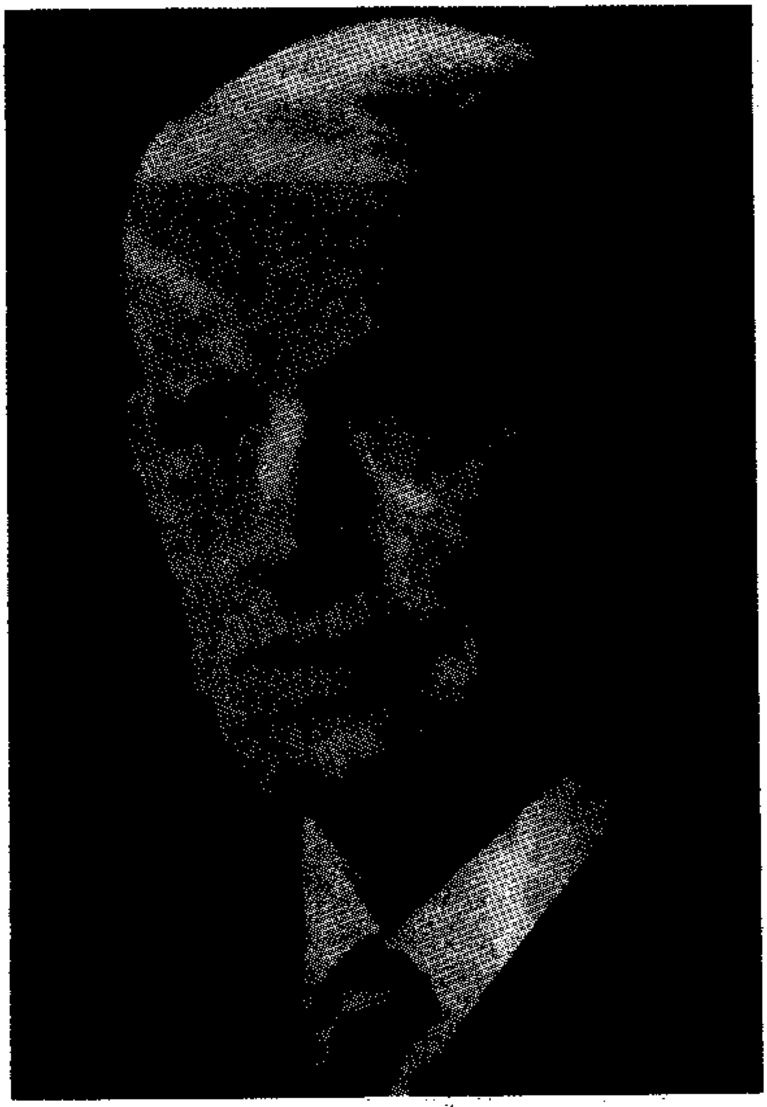


图 1·1 Carl-Olof Nylen 教授，临床手术显微镜的创造者，1921 年

无创伤外科手术的出现，以毫米代替了原先以厘米为计量单位的手术操作，而显微外科则开辟了一个新纪元，即出现了以微米为计量单位的外科手术。

手术显微镜的发展史

Zacharia Janssen 于1590年发明了复合显微镜，其后在微生物学，组织学和病理学使用了很多个世纪，直到1921年才由 Nylen 在瑞典作为手术显微镜第一个应用于实验，在放大10到15倍下进行了兔的迷路瘘管的手术及开窗术。他设计的一架单目显微镜（图1·2）最高可放大到235倍（Nylen, 1954, 1972）。1921年秋，他将一架原始的双目显微镜应用到1例慢性耳炎和几例假瘘管综合征的治疗。1922年他的上级 Holmgren 介绍了一架 Zeiss 双目显微镜应用于耳科。从那以后30多年，在耳喉科方面显微外科发展缓慢，但五十年代初期开始才迅速发展成为今日如此高的水平。1946年 Perritt(1950)在美国首先在眼科常规手术中使用显微镜。随着 Jacobson 和 Saurez (1960) 在显微血管外科实验的成功；显微镜应用到整形和再造外科(Buncke 和 Schulz, 1965)；应用到周围神经外科（Smith, 1964；Kurze, 1964；Michon 和 Masse, 1964）；神经外科（Donaghy 和 Yasargil, 1967）和实验的器官移植（Fisher, 1965）。

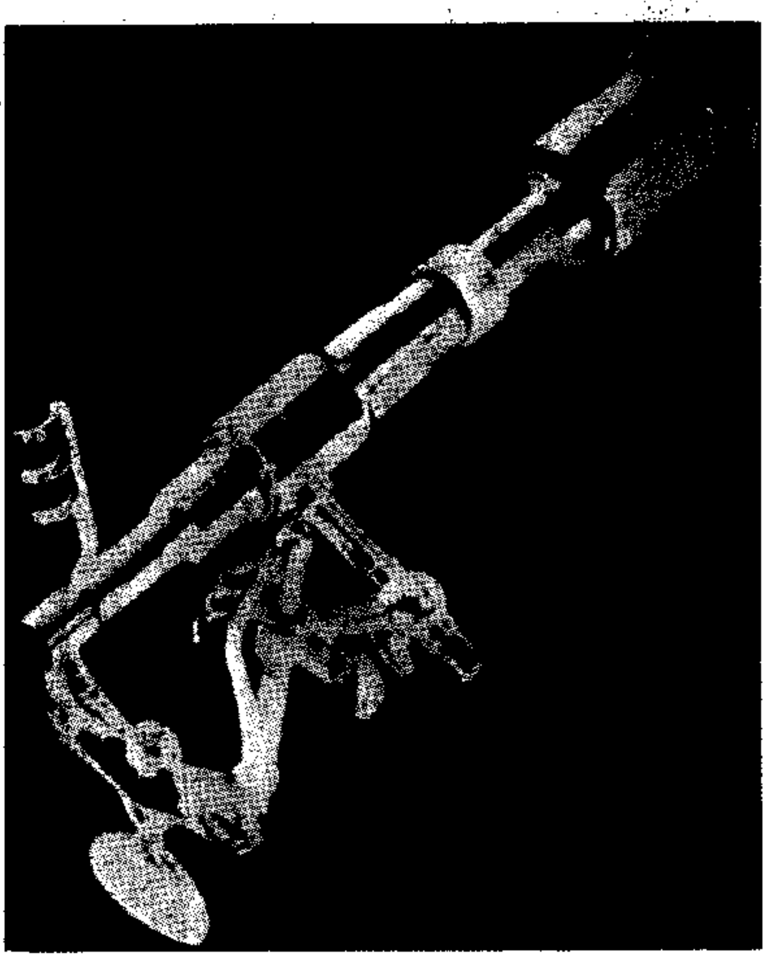


图1·2 1933年C-O. Nylen, H. Persson 和 M. Storm 所用的单目显微镜

手术显微镜

放大的价值可以通过用肉眼观察一条以19微米镀金属的尼龙线修复直径0.8毫米的动脉（图1·3）和在手术显微镜下（放大6倍和20倍）把这条血管与置于血管上方的



图1·3A　肉眼观察已修复的0.8毫米直径的动脉和放在它旁边的一根家庭用大头针



图1·3B　同一针和动脉在放大6倍下观察

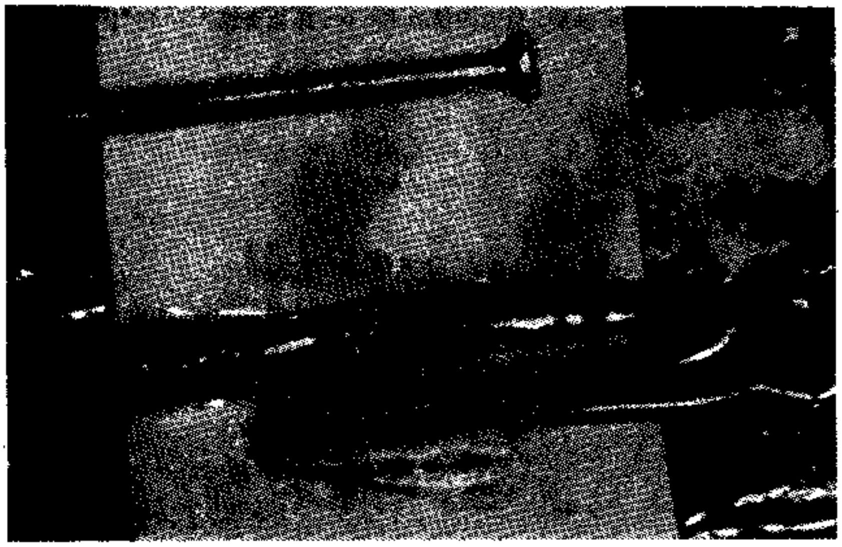


图1·3C　同一针和动脉在放大20倍下观察

一枚家庭用大头针相比较而得到证实。

手术显微镜确实有一些不足之处，例如它的体积大，不灵活，手术野不够大和景深小。在手术需要高倍放大时，这些特点就变得不甚重要了。一架适用的显微镜应该有强的冷光源，同时放大倍数为 6 到 40 倍。用足踏板或手操纵以改变放大倍数和焦距。它能使显微镜在几个方向作水平移动约 3 厘米。显微镜的头部应能在任何平面倾斜，以便能接近所有临床所需要的位置。助手的双目镜系统与术者手术野相同，而且助手能够根据需要坐在与术者成 90° 到 180° 的位置。为了教学和记录的目的，显微镜应装有一个观察镜并能带拍摄普通照片、电影或电视的相机。显微镜底座要尽可能轻，而悬吊在天花板的型号，对于消除笨重的底座和免去存放等问题上有许多优点。Carl Zeiss厂生产的安装在天花板的装置，天花板的高度需大于 295 厘米，但不超过 430 厘米。高度在 350 到 430 厘米之间时，需添加一个中间节段。显微镜的垂直活动范围为 53 厘米，显微镜应避免发生振荡，放大倍数越大，振荡的影响也越强。术者的头和眼部位置应固定，以达到满意的精确要求；同样，手术野应该只许有很少活动或根本没有活动。

手术放大镜

有时候手术放大镜比手术显微镜更实用，特别是应用于显微解剖手术。经常在开始

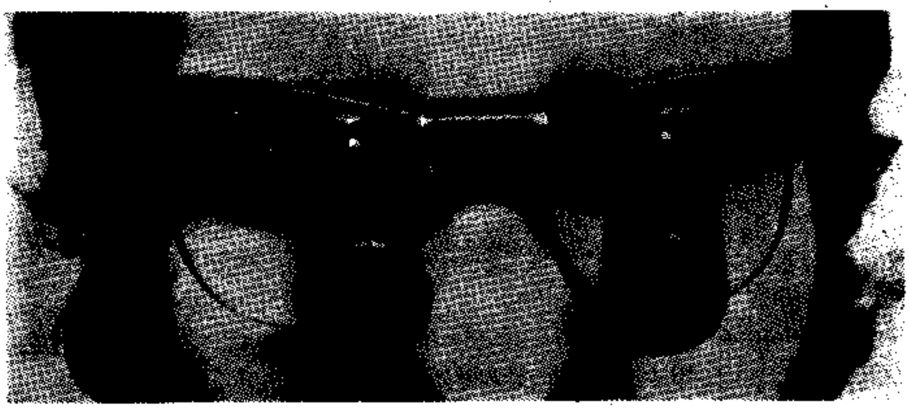


图 1·4A　放大四倍的 Keeler 氏放大镜

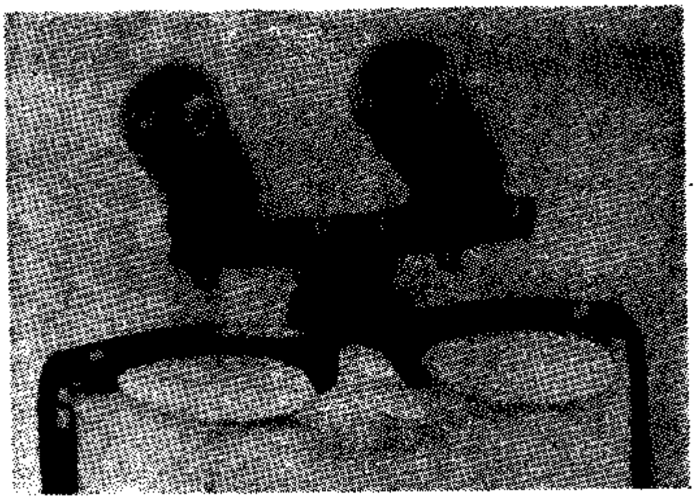


图 1·4B　放大镜转到眼镜上方

剥离组织时先使用放大镜，到必要时才使用手术显微镜。放大四倍的 Keeler 氏放大镜是最有用的，由于有转轴装置，可以在不使用时将放大镜翻起，使其从视野中移开（图 1·4）。高倍的放大镜视野很小，景深也有限，而且手术者也不可能长时间保持头部固定不动。Clodius（1974）设计了一种尚未定型的轻量手术放大镜，它与头部光源系统联在一起，可能解决了一些问题。

Zeiss 厂手术显微镜

作者很熟悉 Zeiss 厂生产的手术显微镜。最早的 OPMI Ⅰ型是在 1952 年由 Carl Zeiss 公司设计制造出来的。1961 年 H. Litmann 厂创制了双人用的手术显微镜，通过一个中央棱镜将两台 OPMI Ⅰ型连接在一起，首次使两个外科医生能同时进行手术。每个术者都可以用手调节各自选择所需的放大倍数，而且均有立体感。但它的体积太大，装置笨重，以致在显微外科手术中没有得到广泛的应用。

OPMI Ⅱ型及其改良型的手术显微镜继双人显微镜之后，在 1967 年，出现了用电动控制自动变焦的显微镜，附有一个双足踏板控制焦距和放大倍数，并能在垂直方向调节支架的高低。OPMI Ⅱ型手术显微镜装有新的光学部分，例如光束分裂器，不仅能装置照相机，而且附加观察系统和光束分裂器，使两个面对面工作的医生均有立体感。本书作者在 OPMI Ⅱ型的基础上改进成 Zeiss 厂三人用手术显微镜（O'Brien, 1973），实验证明非常适用于动物实验和临床工作，通过一个足踏板以同时调节焦距和变换放大倍数，因此使术者的双手能不停顿地进行手术（图 1·5）。附加一个双目观察系统在光束分裂器上，可以使器械护士能够与术者及助手看到同一视野（图 1·6）。但这个双目系统的立体感受到限制，因为它只使用半个光束分裂器系统。但这对于器械护士很有用，因为器械护士在显微神经血管手术中起着重要作用，如帮助吸引、牵引和将显微外科用的针线递到手术野去。她可以保持对显微外科手术过程的全面了解。这种类型的外科要求一个有"显微定位"概念的护士，她应掌握有关手术显微镜的知识，并受过使用显微外科手术器械和针线的训练。这种训练对许多专业有益，特别是整形与修复外科、耳喉科、神经外科和眼科。

在 Zeiss 手术显微镜联合结构的支架上装有精巧的重量平衡系统，因此不需要用特殊装置锁住支架的上部，只要将重量调节合适后，支架即可上下活动，几乎用手指就可以调整高度，而且能保持在所需要的位置。这就减少了焦距粗调的动作，有助于整个操作的灵活性。由于这个支架不是为 OPMI Ⅱ型显微镜设计的，因此在其平衡系统上增添一个重量，使较重的三人用显微镜能得到平衡。过载的光源系统可以连续使用数小时而不致发生问题。这样就在很大程度上避免了此类显微镜内光源系统强度不够的缺点。最常用的是焦距 200 毫米的镜头，但对部位很深的手术，最好用焦距 275 毫米的镜头。双眼接目镜可以是直的或成角的，术者和助手最好用直的，而器械护士用成角的为好。

Zeiss 7P/H 型三人用显微镜

目前尚无一种具有所有理想优点的显微镜，但最新装有纤维光源的 Zeiss 三人用显微镜具有这些优点的大部分。这种显微镜的型号为 7P/H，适用于整形和手外科，具有大照明野的同轴冷光照明，其光度较以前生产的 Zeiss 型号要强几倍。通过安装在显微

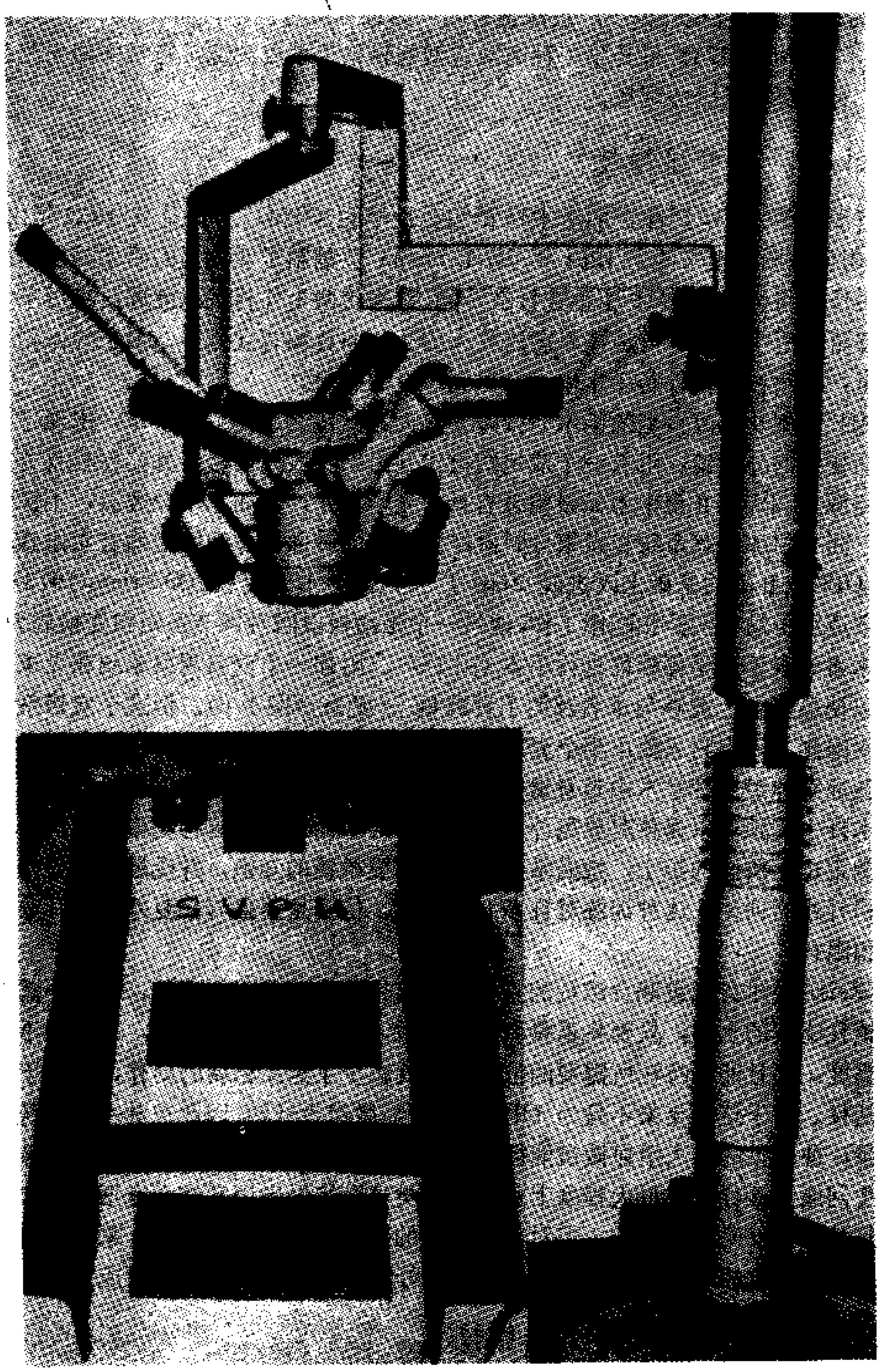


图 1·5　三人用显微镜连同其底座的精巧的重量平衡系统。插图显示一个控制显微镜聚焦和放大的足踏板

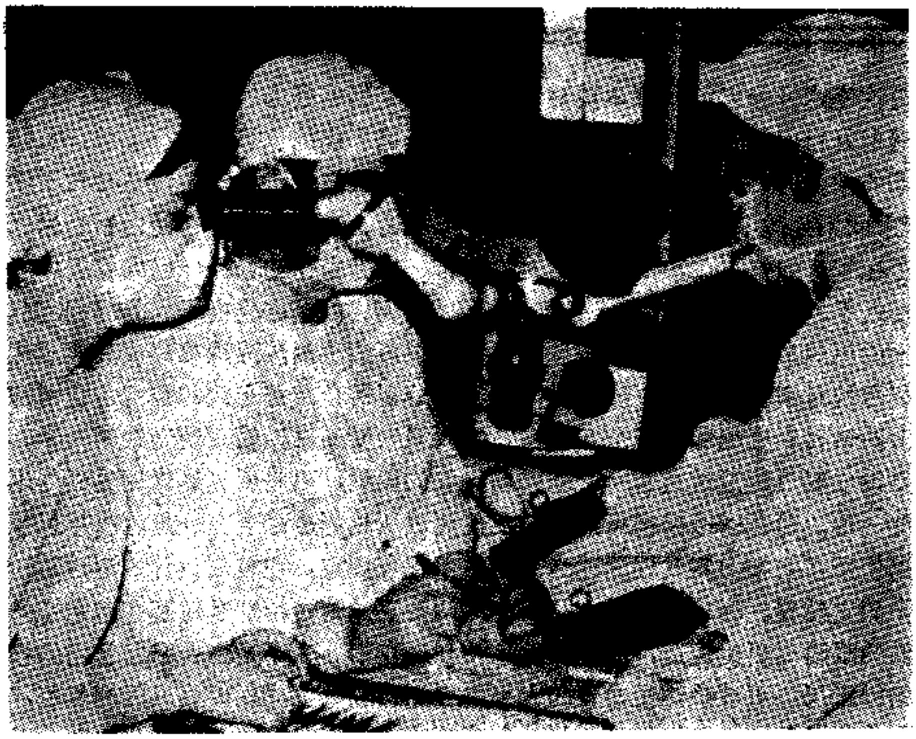


图 1·6　三人用显微镜在手外科的应用，器械护士使用的是第三个双目显微镜系统

镜镜身和两个双目镜筒之间的一个特制的小型光束分裂器可以附加电影机，电视摄影机或具有立体感的观察镜筒。两个外科医生使用直的双目镜筒，通过一个200毫米焦距接物镜头的显微镜系统能看到同一手术野。另外可安装第三个自动变焦显微镜与垂直线成大约7°角，其接物镜头焦距为225毫米，并有完全的立体感，适合于第二助手或器械护士使用。这一附加的显微镜最好能在水平位旋转180°，这种显微镜的支架与显微镜的镜身均较细，因此不致影响对手术野的视线。可以用手调节显微镜的倾斜角度±30°，自动变焦及焦距可用足或手的操纵板来调节。附加一个XY联接装置可以使显微镜在手术野上沿水平方向移动。第三个显微镜连同它直的或倾斜的双目镜筒有它自己的电动变焦装置，可使用足或手操纵板来控制。目前正在计划生产一种特制的联接器来改进这种手术显微镜。

Contraves　手术显微镜

这种显微镜尚在发展的阶段，它包括一架单个显微镜连接一个笨重的支架上。后者具有一个必须在手术开始前平衡好的极精密的重量系统，而且整个手术过程中要保持固定，所以在手术中显微镜上不能添加任何附件。在一个小把手上给予持续的压力，这个单个显微镜实际上没有什么重量而可以非常容易在任何方向移动。将一对水平齿状控制器合拢后，术者能很容易地使显微镜向前和向后以及向左右移动，便于持续地进行工作。使用这种显微镜不能再用助手，照相机等附件也只能在显微镜以外另行安装。

将来可能将 Contasves 显微镜挂在天花板的吊架上，但在使用方面受到与支架式同样的限制。

术前显微镜的准备

在每次手术开始以前做好术前显微镜的准备是很重要的。所有参加显微外科手术者都应该调节好自己的双目镜系统。先选择好显微镜底座的位置。进行上肢、头、颈、胸部或上腹部的手术时，底座通常放在手术台的头侧。这样可以使显微镜直接位于手术野上方的中心，而不必过多伸展其臂部，以避免平衡失调。这些注意点在使用可悬吊式显微镜时就不存在了。通常术者和助手彼此对面坐着，术者应仔细选择自己的位置，以保证能更好地接近手术野。手术前应检查显微镜的内外照明装置，在改良的 OPMI Ⅱ型显微镜，器械护士使用的第三个双目镜系统放在光束分裂器的主侧，而观察筒或其他照像装置在光束分裂器的对侧。光束分裂器和立体的光束分裂器会减弱光线的强度，使附加在光束分裂器上的单目观察镜和第三个双目镜系统只能接受通过透镜系统光线的一半。每个附加的单目镜或双目镜系统具有一个能转动影像的棱镜，可将所见影像调整到与术者所见影像完全一致。瞳孔间距离也可以调节，使两眼所见影像融合在一起。将接目镜推入套筒后根据使用者的视力将其调到适当刻度并用粘膏固定，在较新设计的型号每一刻度上都有一个固定装置。接目镜须具有尽可能广阔的手术野，特别是对那些戴眼镜的术者，由于他们的眼睛离目镜较远，因此自动地使视野变窄。在不是主要眼睛使用的接目镜内安装一条微米尺，可准确测量血管的大小。在高倍放大下分别用每只眼测焦距，然后通过自动变焦使显微镜从高倍到最低倍放大，单独试验每只眼睛看的是否清晰，以保证在

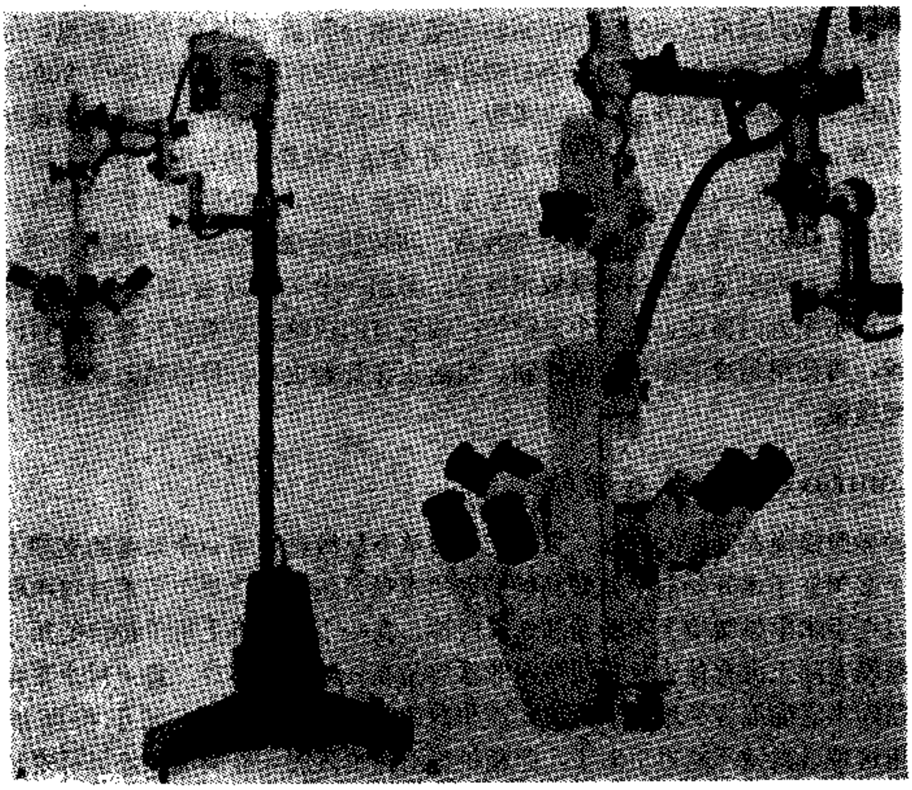


图 1·7　A　Carl Zeiss 厂7-P/H三人用显微镜使用纤维光源照明和轻量的底座，
B　同一三人用显微镜近观

此范围内焦点准确。这些校准工作完毕后，显微镜镜身可以从手术野移开（图1·7）。

应用消毒的套将此类显微镜完全罩起是不大可能的，可用无菌的橡皮帽套在各种转钮上，最好先行加温以便套入。手术过程中，术者如加以小心，可以避免接触显微镜未消毒的部分。

显微镜摄影术

在镜头的外筒上都印有显微镜接物镜的焦距，相当于镜头与手术部位之间的距离。正常使用的接目镜是12.5的放大倍数，在拍摄照片时，应利用左侧接目镜即不是主要眼睛的一侧内见到细线作为对焦之用。首先调节接目镜使上述细线聚焦清晰，继之用足踏板使要拍照的物体在焦距中，则使细线及拟拍的物体的景象二者全都清晰。用200毫米焦距的物镜，及一明亮的背景，快门用1/30秒的速度，感光度为ASA64的胶片，照相机附件上的光圈调到f16，可拍出较好的采色照片。拍摄色调较暗的物体时，镜头的光圈可开到f14。应用感光较快的胶片在低倍放大时，如光线明亮，光圈可缩到f32，如光线较暗则使用f22。

根据公式D＝200/V可以算出手术野直径D的大小，V表示接目镜的放大倍数。为了拍摄电影和电视需加特殊附件，将其置于光束分裂器内。

手术显微镜的保养

手术显微镜需定期保养，小心搬动和使用，存放手术显微镜的地方不要离手术间太远。推动显微镜时要小心，以免损坏。显微镜每部分的盖套均应套好以防灰尘进入机器内部。外科医生、护士及卫生员均应熟悉显微镜的操作。这需要经过在手术室外大量的实践和训练。在第三章中将介绍一些较简单的显微镜并附插图，这些显微镜在开始建立显微外科专业时有很大用处。

显微外科手术所需时间经常很长，但随着经验的增加和有经过训练的助手，手术时间将逐渐缩短。由于应用了手术显微镜，导致手术技巧的改进，可以收到较好的手术效果而且有可能开展新的手术。在本书以下各章内将用实例说明最近5年来显微外科在临床上的进展，显示出发展的迅速，而且在今后10年内其速度仍然不会减慢。

（韦加宁　程绪西）

参考资料

Buncke, H. J. Jr. & Schulz, W. P. (1965) Experimental digital amputation and reimplantation. Plastic and Reconstructive Surgery, 36, 62-70.

Clodius, L. (1974) Personal communication.

Donaghy, R. M. P. & Yasargil, M. G. (1967) Microvascular Surgery. st. Louis: Mosby

Fisher, B. S. (1965) Microvascular surgical techniques in research with special reference to renal transplantation in the rat. Surgery, 58, 904-914.

Jacobson, J. H. & Saurez, E. L. (1960) Microsurgery in anastomosis of small vessels. Surgical Forum, 11, 243-245.

Kurze, T. (1964) Microtechnique in microneurological surgery. Clinical Neurosurgery, 11, 128-137.

Michon, J. & Masse, P. (1964) Le moment optimum de la suture nerveuse dans les plaies du membre superieur. Le Revue de Chirurgie Orthopedique et Repatrice de l'appareill Moteur, 50, 205-212.

Nylen, C-O. (1954) The microscope in aural surgery, its first use and later development. Acta Otolaryngology Supplement, 116, 226-240.

Nylen, C-O. (1972) The otomicroscope and microsurgery 1921-1971. Acta Otolaryngology, 73, 453-454.

O'Brien, B. McC. (1973) A modified triploscope. British Journal of Plastic Surgery, 26, 301-303.

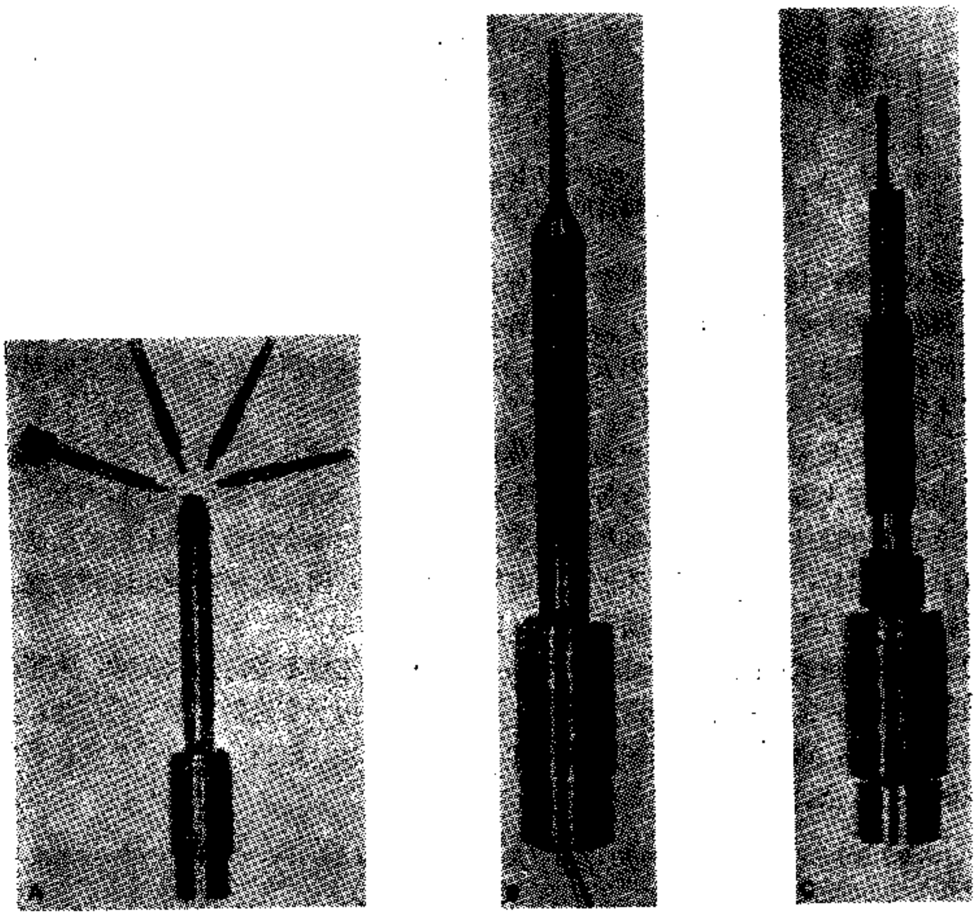
Perritt, R. A. (1950) Recent advances in corneal surgery. In American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology, Course No 280.

Smith, J. W. (1964) Microsurgery of peripheral nerves. Plastic and Reconstructive Surgery, 33, 317-329.

2. 显微外科手术器械及缝合针线

显微外科手术器械

显微外科不仅要依靠手术显微镜而且要有相适应的手术器械和缝合针线。有些精细的手术器械是由手术器械厂生产，有的是专供珠宝工人使用的工具，如珠宝镊子。但这些还不能完全满足显微外科的特殊要求，因此医生在研究血管、淋巴管、神经的显微外科工作中不断有所创新。这些新的手术器械为掌握精细操作技术提供了独特的条件，并将不断地扩大手术的范围。在初期，器械向高级、复杂化方面发展，如利用弹簧装置（Von. Hippel, 1877；Salmon 和 Assimacopoulos, 1964）或液压控制（Buncke 和 Schultz, 1966）的半自动化精细器械的出现。以后又发展了电子自动化器械，在其顶部装置有可更换的部件，如剪子、持针器、神经切断器和微型钻头等，这就使一种器械具有多种用途，使用方便。这种器械重量不及 80 克，备有足踏控制装置，所需电力很小，电线也不妨碍手术者的操作（图 2·1）。在试用中证明其性能是毫无问题的。虽然，现已证明这样高级复杂化的器械大部分是不必要的，但在未来的发展中可能会有其应有的地位。在实践中证明，手术器械应该简单，其表面光泽要小，以免耀眼，而数目也不宜过多。



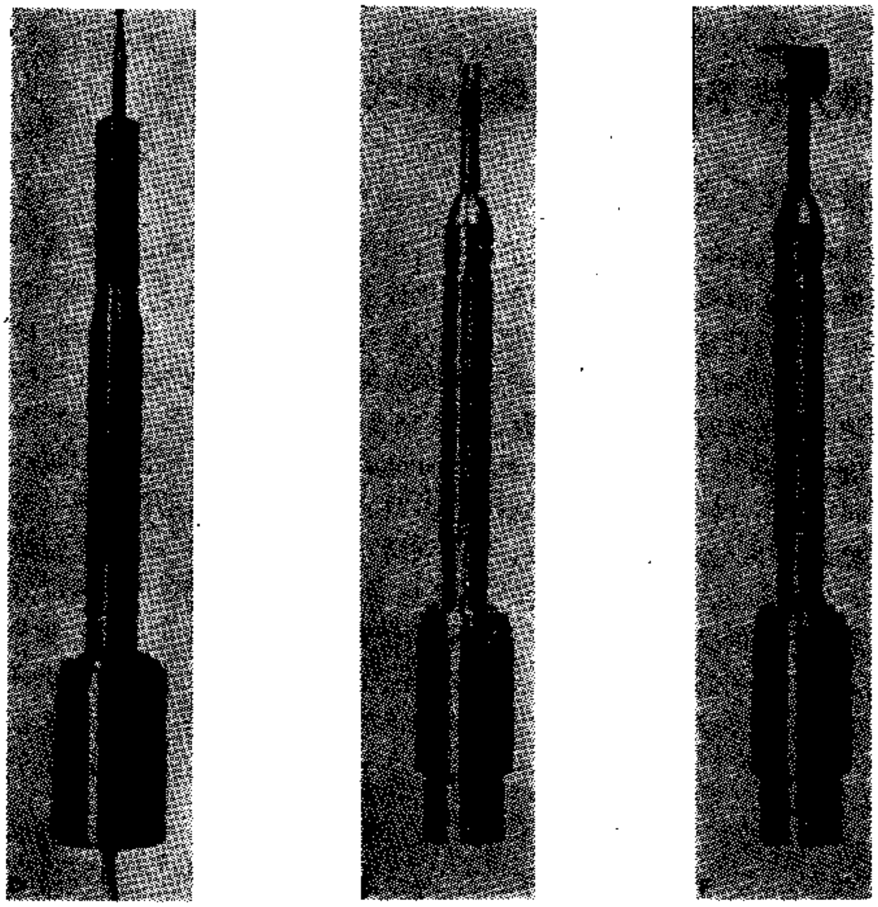


图 2·1 A. 可以更换顶部元件的电力转动器械。B. 微型持针器。C. 微型剪刀。
D. 微型钻。E. 眼科用的微型切断器。F. 微型神经切断器

器械要仔细保管，其尖部套以硅胶管加以保护。显微外科手术器械的设计和应用涉及到有关显微外科的人类工程学〔注〕方面的许多内容，其中包括如何避免手术者手部的颤抖、如何提高视觉的敏锐程度、以及研究手术者应用器械时所需的力量，手术时间的长短和手术操作的步骤等（图 2·2）。

无齿镊的质量要好，在沾染血液等液体后容易擦净不致遗留痕迹，而且不会生锈。镊子的顶端应该尖细、平滑、咬合好。2 号及 5 号瑞士 Dumont 珠宝镊比较满意。要注意防止镊子带有磁性。镊子尖部如果不合要求，有时可用油金刚砂石或金刚砂纸研磨。此种镊子一经损坏，应即弃掉，不能使用者可及时更换，因其价格相对地比较便宜。镊子的手持部分加以半圆形把更有助于握持（Lenday, 1973）。

剪子应为弹簧式，具有精巧锋利的刃部，长度和铅笔差不多约为六英寸，为了修复部位较深的组织，如神经外科则需要长些。Westcott 牌剪子有直的或稍弯的剪叶，其顶部是尖的略钝的，都可用来作精密的解剖和整修血管断端。较钝头的剪子主要在解剖精细组织时更为安全。

〔注〕人类工程学是研究人及其工作环境的关系，使机器和周围环境适宜于人，因而人在工作中产生最大的功效。 译者



图 2·1G　微型神经切断器。它可将皮神经几乎完全切断

弹簧式持针器长约六英寸，拿持针器如同握笔，将它置于食指及拇指指蹼处，缝合时在拇指和食指中指间象铅笔样转动，因此将手持部作成圆柱形。眼科持针器太长，不

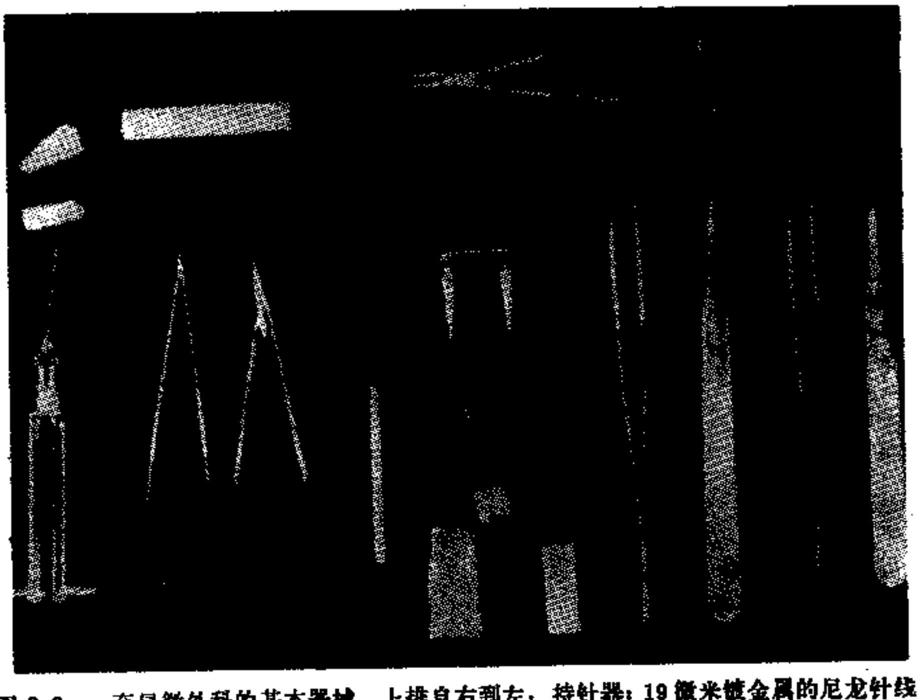


图 2·2　一套显微外科的基本器械。上排自右到左：持针器；19 微米镀金属的尼龙针线，绕在黄色塑料板上；两小片吸水海绵。下排自右到左：2 号及 5 号珠宝镊；1 个双头小血管夹及钥匙；两个单的小血管夹；小量尺；两小条黄色及绿色之塑料板；弯而尖的 Westcott 剪刀（未包括Westcott 钝头剪）；长Vanass剪刀；2 毫升注射器；25 号针头，其末端套以小硅胶管

适宜夹持显微外科所用的小针，而且在结扎时缝线容易滑到持针器的关节处。显微外科所用的持针器，持夹部分要薄而窄，利于持针并能夹住直径仅有10微米的缝线并进行打结。大多数显微外科医生喜欢使用夹持部略呈弧度的持针器。持针器设计为弹簧式而不用一般交锁式，因为后者在使用时，交锁或松开交锁的动作会损伤修复的组织。使用弹簧式持针器的情况见图2·3（O'Brien 和 Hayhurst, 1973）。术者左手拿5号珠宝镊，右手如握笔样拿住持针器，在完成血管吻合整个过程中无需放下器械，眼睛也无需离开显微镜。修复部位较深的组织，剪子、镊子和持针器的柄就要适当加长。显微外科所用之手术器械使用应小心仔细，并保持清洁，保存时要置于海绵或其它衬垫之间。使用过程中应将它们放在有衬垫的盘内。

吻合小血管时用钝头的泪管冲洗器冲洗。冲洗血管断端用2毫升或5毫升注射器并在25号针头上套以3厘米长的硅胶管或聚乙烯管。

动脉吻合后用一小条薄塑料膜绕围吻合处可减少缝合针数(Mclean 和Buncke 1973)。

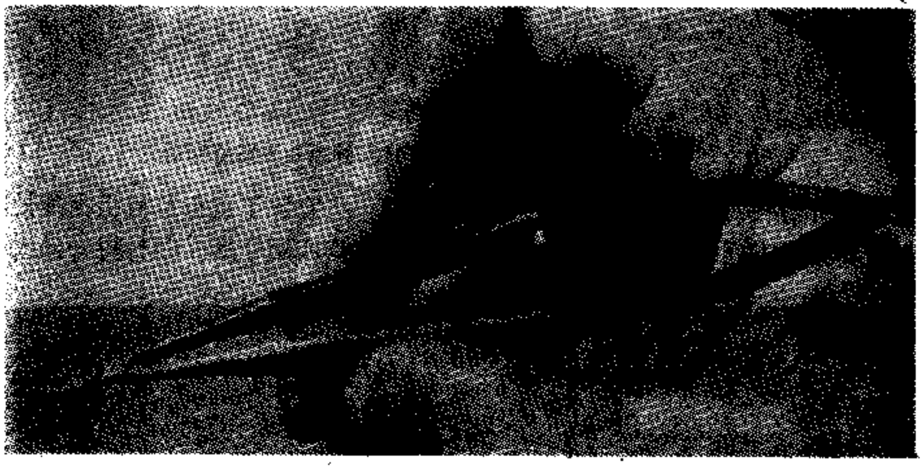


图 2·3A　拿持针器如同握笔，将它置于第一指蹼处

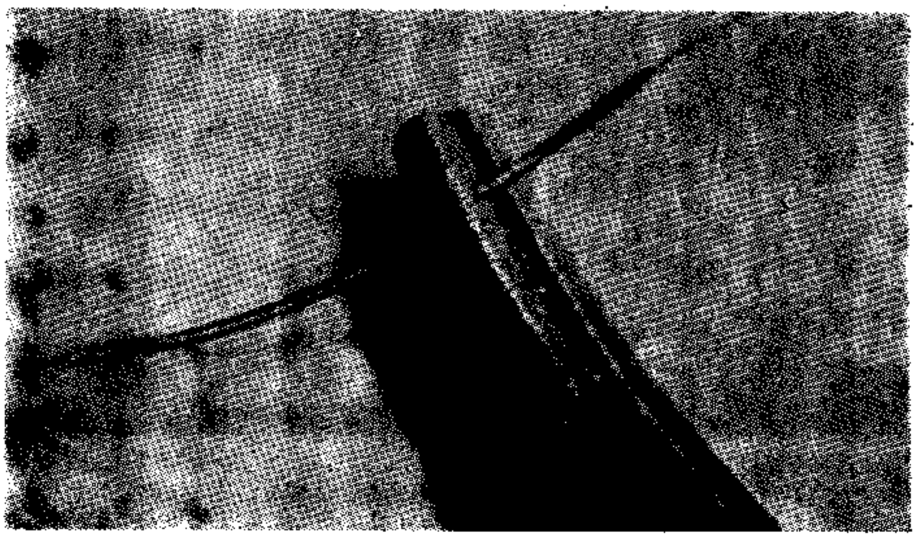


图 2·3B　持针器之头部1厘米长，逐渐变尖，顶部宽0.5毫米，图示夹住以19微米镀金属的尼龙针线

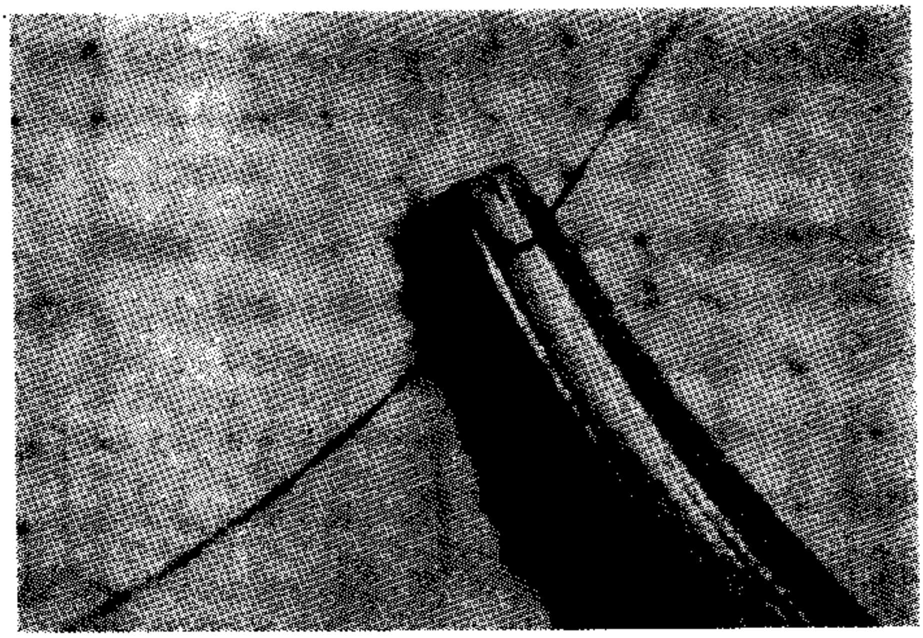


图 2·3C　夹住 19 微米的尼龙线准备打结

用玻璃纸或厚塑料膜代替则效果不好，取掉后还会漏血。在吻合较小血管时，以不同颜色为衬底，对比较好，因此看得清楚。动脉用黄色对比，静脉和淋巴管用浅绿色。用任何软塑料或普通玩具气球剪成小条即可。用毫米刻度的量尺置于手术野中，拍相片时和血管的粗细有个比较，当然在接目镜上装有千分尺测量更为准确。

小血管夹

目前使用上效果较好的小血管夹数目增多，如 Jacobson 和 Saurez（1960）将两个血管夹装在一个臂上与手术台相连接；以后 Berci 和 Nyhus（1967）有所改进；Buncke 和 Schulz（1966）改进了单个的血管夹和双头的血管夹；Jacobson（1967）将两个小血管装置在一个可以调整的长柄上等等。精心设计的、小型的、重量很轻的无创血管夹在成功地吻合小血管中占有主要位置。用钥匙和螺丝装置可调整的双头小血管夹（Henderson, O'Brien 和 Parel, 1970）多年来在动物试验和临床上已广泛使用（图 2·4 及 2·5）。血管夹顶部压力的大小可以用手调节，所以大血管和小血管都能使用。这种止血夹可在显微镜下操作，以避免损伤血管内膜。它可以拆开分成两部分，每个部分可夹住不同的血管，当两个血管夹重新连结后血管两断端即可相对，然而在实际应用中很少需要这样做。止血夹之远端有十字形花纹以防止血管滑脱，如果血管夹没有夹在止血夹顶端，由于该处平滑没有花纹，血管就可能滑脱。血管夹得不稳而有滑动时会造成血管壁的损伤和出血，增加手术中血栓形成的可能。要准确吻合滑动的血管也比较困难，而且延长手术时间。血管夹间距离可以调节，使吻合的两血管断端张力最小。双头止血夹可以放到较小的间隙内，而且可以同时反转以便吻合血管的对侧，因此特别适宜于缝合手指血管（图 2·6）。血管夹的表面光泽要低，以减少耀眼。止血夹对血管壁的损伤甚为轻微，但组织学检查表明，如果压力过大，对内膜仍会造成不同程度的损害（图 2·7）。

双头止血夹，持夹部分的两片有活页装置，其远端逐渐变细，尖端宽约 1.25 毫米。紧

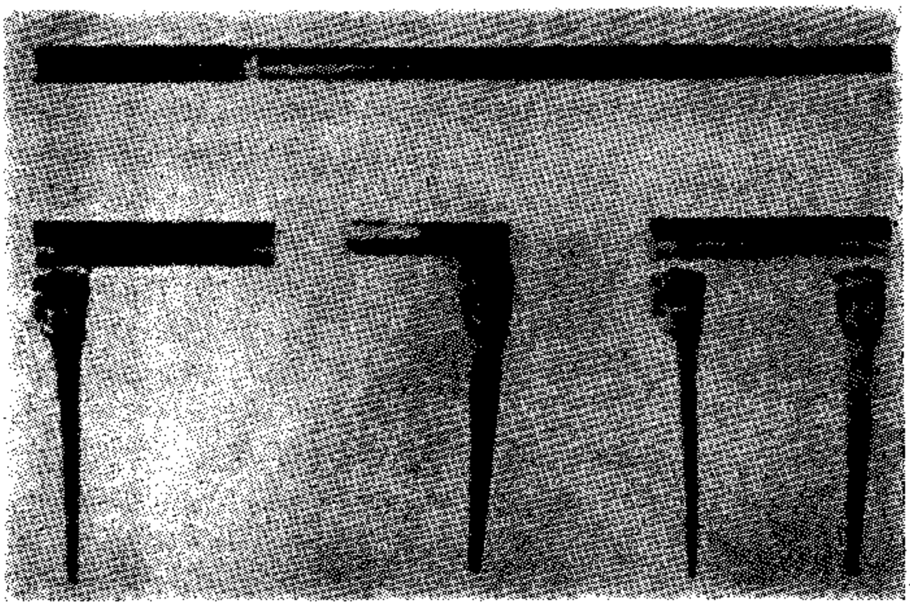


图 2·4A　可调节的双头止血夹及其钥匙。图左示两止血夹间的距离为 1 厘米

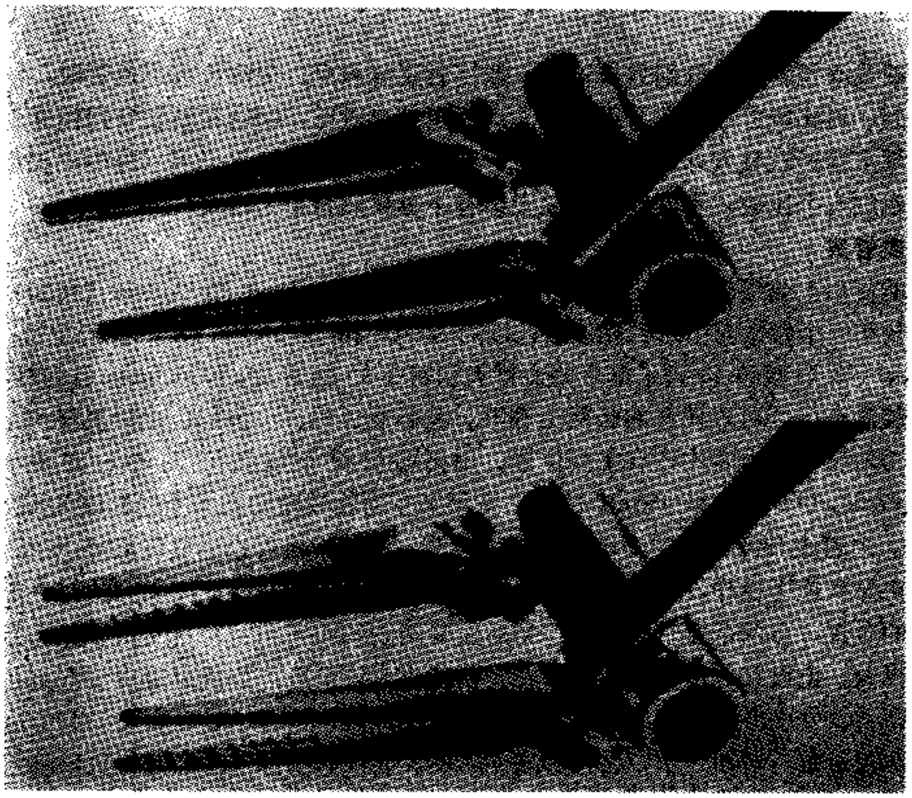


图 2·4B　双头止血夹，闭合时（上）及张开时（下）显示其远端有十字形花纹

靠活页装置处有螺丝相连，用钥匙调节。钥匙为圆柱形，可将止血夹的大小进行微细调节。螺丝和止血夹之间有一角度，一方面可以避免缝线被螺丝绊住，另一方面在显微镜下拧动螺丝时不妨碍视线。两活页片的有十字花纹的接触面其边缘是圆形的，闭合到相

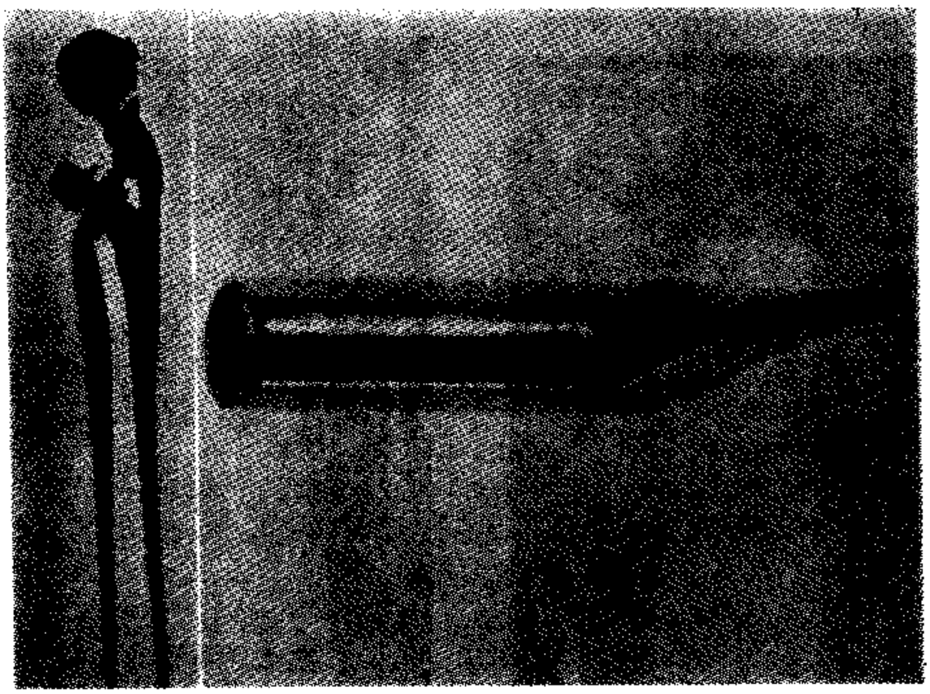


图 2·5 拆开后单独一个止血夹。左：侧面观，可见活页片及调节螺丝。右：显示圆筒之纵形槽沟

距1毫米时两者仍相平行。两止血夹由一圆筒相连。圆筒有一纵形槽沟，一个止血钳垂直于圆筒，固定不能移动；另一个止血夹的基底有一横杆插入圆筒内，可以移动。两止血夹间的距离较稳定，这是由于圆筒内面和止血夹基底横杆部产生磨擦力，但阻力甚小，只要用手指或镊子推动即可改变其距离。这种器械用抗腐蚀的钢制成。用前先冲洗使止血夹圆筒内的横杆容易移动。用后将其拆开，冲洗擦干净后装好，和其它显微外科器械一同保存好备用。

另有一种 Acland 创造的双头止血夹，它是用一矩形的钢丝绕住止血夹的片，还有固定缝线的装置。没有助手协助时，使用它很方便。但是由于攀绕止血夹的钢丝部分过宽，应用时不必要地剥离一段较长的血管，否则不易置放。因此在手术野较小的手术时，如断指再植等手术就不适宜。原始设计止血夹的两片是不能调节的，现已改为可调的。止血夹根据其大小不同，关闭时压力稳定在30到50克，在止血夹上如果没有花纹，这样大的力量还会使血管断端易于滑脱。有三种大小不同的型号可供小血管手术用，而且价格相对比较便宜，但其性能还需经过临床上大量试用。

还有一种是由横杆连接两个 Heifetz 型止血夹，它们可以在横杆上移动使两血管断端接近（Tamai 等，1972）。止血夹尖距顶端2毫米处其压力为80克。由于止血夹上下两片相接触面为凸面，因此压力的主要作用面较狭，在血管承受压力部分可能引起显著的血管内膜损伤。Tamai 建议用19号针头连结两个 Scoville 型止血夹做成双头止血夹（Tamai 等，1972）。然而对小血管这种止血夹压力显得过大，如果将这些止血夹压力减少则效果较好。

有很多不同类型的单止血夹都可供使用，但压力过大的为数不少。为了解决这一问

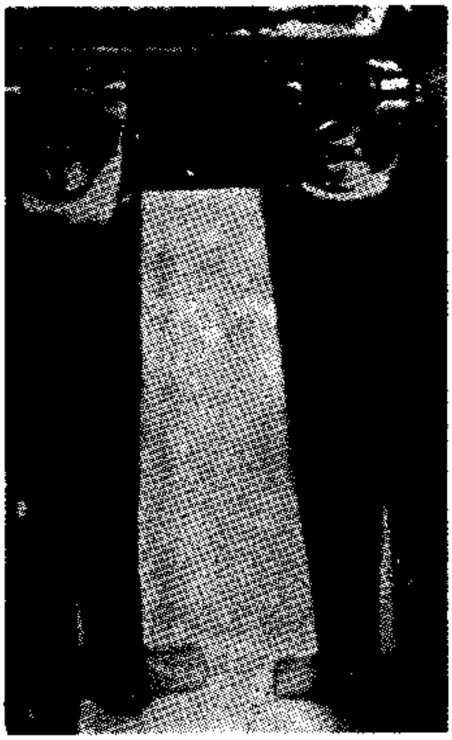






图 2·6　A. 双头止血夹夹住直径 0.8 毫米之血管。
B. 缝合血管前壁。C. 翻转 180 度后缝合后壁

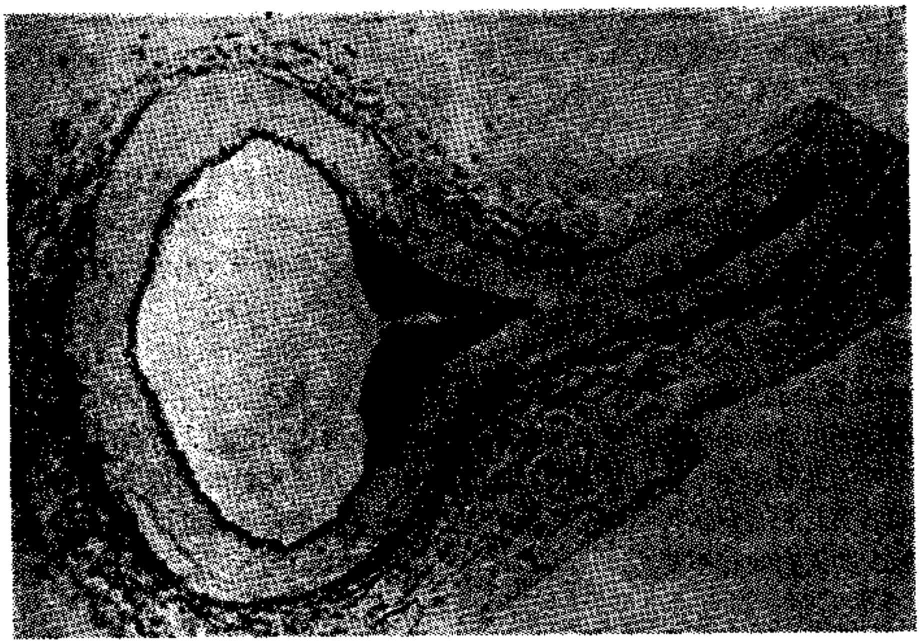


图 2·7　止血夹持夹一小时，一周后在该处做斜形切断，组织切片可见外膜广泛损伤，血管内弹力板断裂，继而有内膜下增生



图 2·8　A. 单个力量较柔和的小止血夹，其头部已放宽。B. 用一段细克氏钢针连接两个小止血夹，做成可调节距离的双头止血夹

题，设计了两个小的，力量较柔和而且头部较宽的止血夹，使用时用动脉镊子或手指持捏。这种止血夹上下两片相互平行，压力很小，应用于轻微地夹小血管很理想。它们可以用细短的克氏钢针相连而成为可以成为简单可调节距离的双头止血夹。

双极电凝器

双极电凝器的电流通过镊子的两个顶端，在剥离血管时，止血效果好，有很大价值。即使在接近主要血管的分枝处，使用它止血也十分安全。其电流量很小，有微调可以控制。装有足踏开关的"MET"牌双极电凝器性能很好。普通手术用电灼机在显微外科中不能应用，因为电流量太大，以致会损伤血管的主干（图 2·9）。

Dopler 氏血流计

Dopler 氏血流计是探测皮下血管内血流情况的一种仪器。它们有不同的型号，并配备有细小探头以利探测直径 1 毫米或小于 1 毫米的血管内的血流。有些医生用它画出供应游离皮瓣的血管行经方向，并为游离皮瓣移植、断指再植和断肢再植术后判断血运的一种辅助方法。著者发现它的使用价值不大，它不能代替有经验医生的临床判断。然而对于经验少的人可能有些帮助。

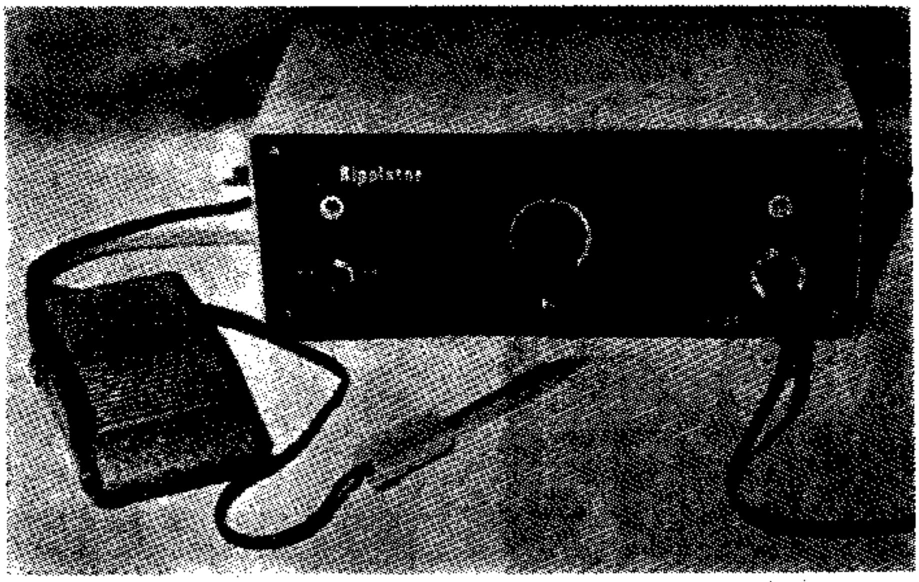


图 2·9　微型双极电凝器，连接珠宝镊和足踏开关

吸引器

手术野内有少量积血并影响肉眼观察，但在显微镜下就可以遮盖整个视野。清除积血可以应用冲洗和细的 Fischer 吸引管上面套以 Zollner 头。如果没有后者，吸力太大而会损伤吻合口。用小块稍微潮湿的吸水海绵可帮助清除手术野内的积血及其它液体。一种将冲洗器和吸引器联合为一体的装置，在使用上更为方便。

显微外科缝合针线

修复小血管的缝合针线是否适宜要看吻合血管的大小和坚硬度。理想的针应和缝线应同等粗细，而实际上这是不可能的，因此针的粗细就成了显微缝线中的主要因素。

大多数厂商采用美国药典的命名来表示缝线的规格，但用于显微外科并不适宜。譬如把直径在18～38微米范围内的不吸收缝线都标号为9-0（Buren和Ryan，1974），而且大多数10-0显微外科缝线粗细也在此范围内。而且按照美国药典对可吸收缝线的粗细又规定了另外的范围。外科范围内无论那一种显微外科手术如要取得成功，都需要高质量无创伤的而且直径极细缝线。多年来，眼科采用多股细丝线修复角膜，但这种缝合材料不适宜用于显微外科，因为丝线穿过组织时，其分股容易散开，而把组织拖挂在线上。如果应用合成聚合物如尼龙就不会出现上述问题，因为尼龙可以被拉成圆的、表面光滑、直径极细的单股线而且拉力很强。在显微血管外科中证实尼龙线是最有效的缝合材料。

显微血管外科所有的针和缝线的粗细比例应尽量小，使缝针穿过组织造成的孔道与缝线在直径上不致相差过多。吻合直径0.5到1.0毫米的小血管时，需要使用直径60～80微米的针及20微米的尼龙线。现已供应数种合乎这种规格的针线。

在所有缝合材料的包装上都应标明针和线的直径（用微米表示），针的长度(用毫米表示)，以及针的弧度(用圆周的八分之几表示)。根据这种原则，西德Springler和Tritt厂生产的针线如标明75T 43-18则表示针的直径为70微米，针长4毫米，其弧度为3/8，线的直径为18微米。又如该厂生产的7E 43-22型号缝合材料，其针的直径为70微米，针长4毫米，针的弧度为3/8，线的直径为22微米（O'Brien和Hayhurst，1975）。

有一种镀金属的尼龙缝合针线(O'Brien, Henderson和Crock 1970；O'Brien和Hayhurst 1973)，其针的直径为70微米，单丝尼龙线的直径为19微米（TMF 32-19）。针长3毫米，弧度为3/8。它是在尼龙缝线的一端镀上金属，在显微镜下用手工磨尖，线长7.5厘米。将其绕在一条黄纸板上，用塑料胶条固定，保存在小玻璃管内。用时把纸板置于显微镜下，医生在镜下用持针器去掉胶条，将针夹住。它适宜用于修复管腔直径1毫米或小于1毫米的组织和指神经。这种针和线的连接处很坚固。过去在制作时镀金属的工艺不理想，针过软且表面粗糙，这些问题目前已得到解决。线长仅7.5厘米，吻合小血管节可以省时间，但如果用于修复较大的血管或动物试验，则嫌过短。针和线直径的比

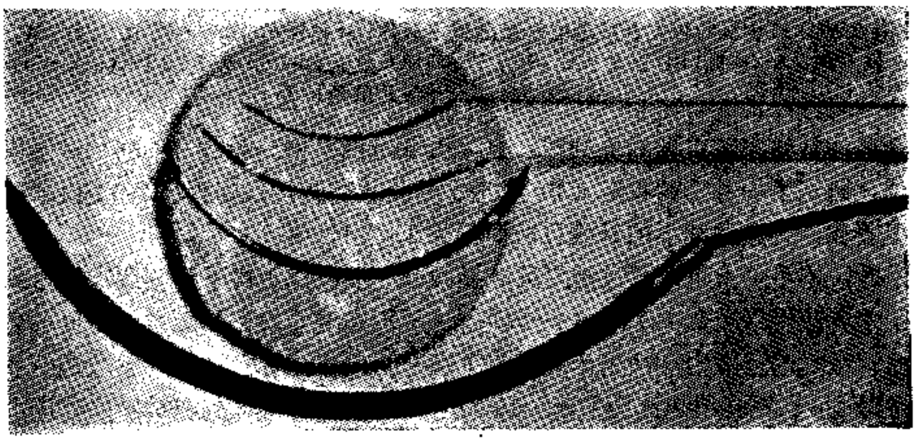


图2·10 各种显微外科缝合针线的比较，自上而下愈来愈大。镀金属的尼龙针线直径针30微米，线12微米；针60微米，线19微米；ST7V（Acland），针75微米，线18微米；10-0尼龙线B V2（Ethicon），针125微米，线22微米；6-0尼龙线

例约为3.5∶1。在图2·10上可以看到这种针线和其它针线的对比。图2·11为显示19微米镀金属尼龙针线特点的（图2·11)。另有一种型号，针的直径为90微米，尼龙线直径28微米。针线用双层包装，经r线消毒，包装取出简便，这是市场上供应的细小缝合针线中最便宜的一种。

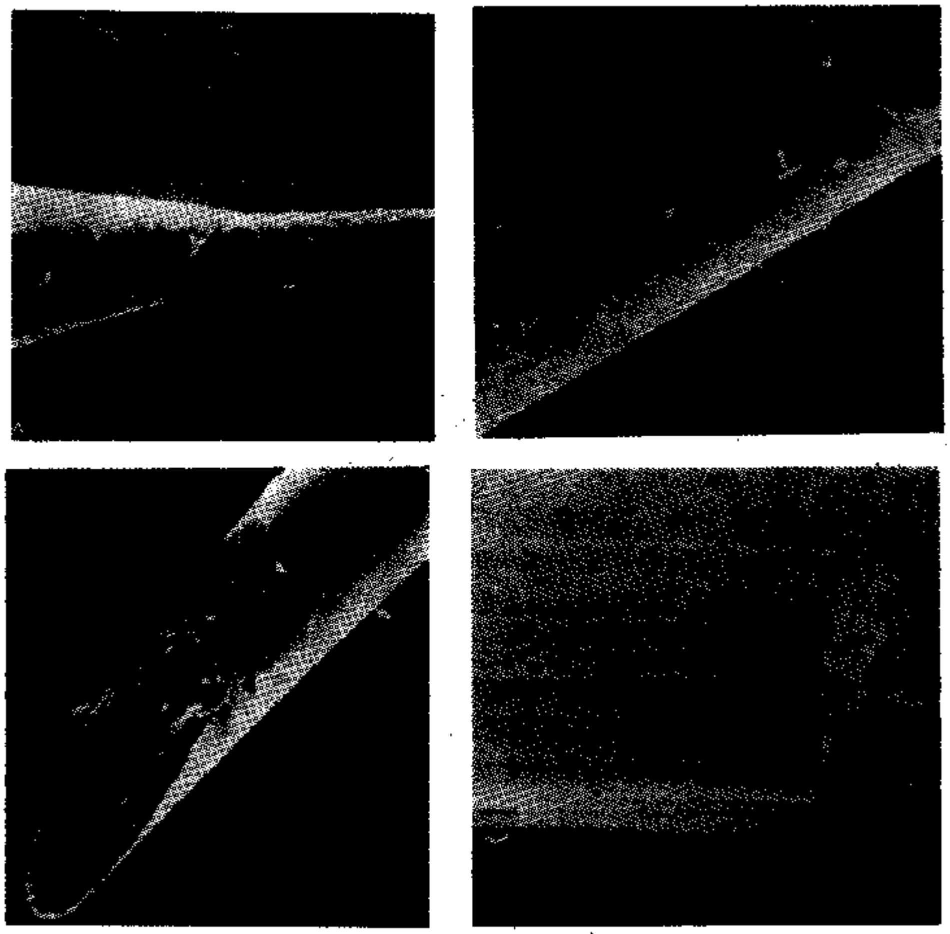


图2·11　镀金属的尼龙针线之电子显微镜下照片，直径针60微米，线19微米。A：针与线之结合部。B：针体。C：针尖（×413)。D：10-0尼龙 BV2针（Ethicon）之针线结合部，针线比例为6∶1

镀金属的针线还可以做的更细些，最早由 Buncke 和 Schulz（1966）试制成功。在著者单位，研制了一种针的直径为30微米、针长2毫米，线的直径为12微米的镀金属针线，但著作认为这种细小的针线目前尚无临床使用价值。

手术时，刷手护士可以通过她专用的显微镜在显微镜观察下将针线直接送到手术野内，便于术者使用（图2·12)。这一步骤省略了不必要的动作，而且针线也不会遗失。在整个血管修复的过程中，针线始终在镜下视野之内。缝针通过血管壁造成的孔极小，很少发生漏血，也不会引起血栓形成。19微米镀金属的尼龙针线在试验或临床上特别适用于指血管及指神经以及小淋巴管的修复。

市场上出售相类似大小的针线有 Acland（1972）所设计者，不锈钢针4毫米长，直径70微米，与针相连结的线直径为18微米。在显微镜下可见针尖锐而平滑。这种针

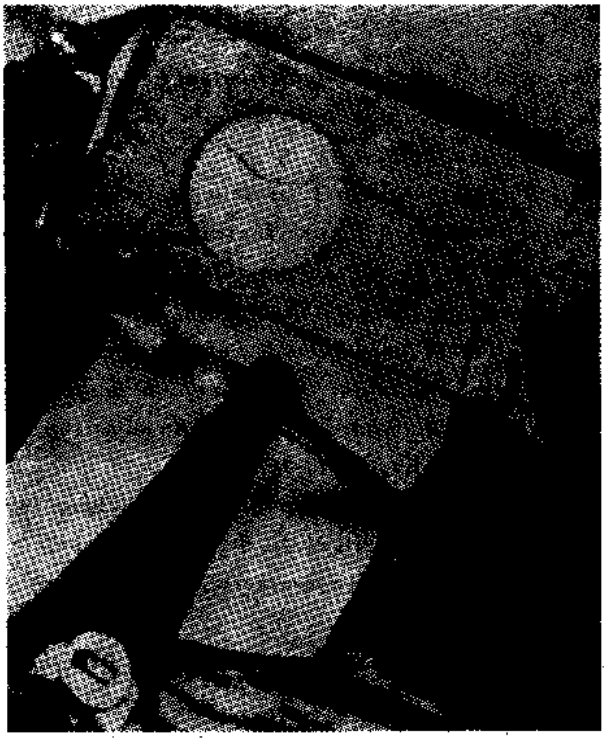


图 2·12　19微米的镀金属的针线在黄色纸板上准备修复直径 0.8 毫米的动脉（手术显微镜下）

由西德 Springler 和 Tritt 生产，由三家不同公司出售，各使用不同的尼龙线。如 7ST 43-18（Springler 和 Tritt 7V43）；7E43-22（Ethicon BV6）；7DG 43-18'(Davis 和 Geck TE70)。所有这三种都适用于修复直径 0.5～1 毫米的血管。针长超过 3 毫米，在两个止血夹间距离过小时操作就不方便，而在手指上这种情况是不能避免的，尤其是小孩。针和线的结合部有时出现不够坚固的现象，目前市场上出售的针还需要通过大量的临床应用来进一步检验。

Buncke 和 Mclean（1971）强调直的缝针的优点。著者认为，虽然直针在持夹时方便，但在两个止血夹距离较近时用直针操作就很困难。使用略有弧度的针就可避开血管夹，也可以避免缝合到对侧血管壁。针穿过两端血管壁后，略微弯形的针更容易为持针器拔出。

修复直径 1～3 毫米的血管用的针其直径为 100 到 130 微米，这种针便于持夹而又不太长。BE53-22 号（Ethicon BV2 10-0 缝线直径 22 微米）。这种针线很好，大多数小血管吻合都可应用。其它线如 10DG 43-22（Davis 和 Geck TE 10-0，线直径 22 微米）和 10ST 43-25（Springler 和 Tritt 10V 43 线直径 25 微米）均为同样优质的缝针。

直径在 3 毫米以上的血管可用直径 100～150 微米的针，如 14DG 33-35（Davis 和 Geck TE43 9-0）或 140E 53-35（Ethicon BV2 9-0）。针及缝线大于此类者在小血管外科中极少应用。

（程绪西）

参考资料

Acland, R. (1972) A new needle for microvascular surgery. Surgery, 71, 130-131

Berci, G. & Nyhus, L. M. (1967) A new vessel clamp for microsurgery. Medicina et Pharmacologia Experimentalis, 16, 45-48.

Buncke, H. J. & Schulz, W. P. (1966) Total ear reimplantation in the rabbit utilizing micro-miniature vascular anastomses. British Journal of Plastic Surgery, 19, 15-22.

Buncke, H. J. Jr. & Mclean, D. H. (1971) The advantage of a straight needle in microsurgery. Plastic and Reconstructive Surgery, 47, 602-603.

Buren, E. A. & Ryan, R. F. (1974) Standardization of measurements in medicine by conversion to the metric system. Plastic and Reconstructive Surgery, 54, 459-466.

Henderson, P. N., O'Brien, B. M. & Parel, J. M.(1970) An adjustable double microvascular clamp. Medical Journal of Australia, 1, 715-717.

Jacobson, J. H. (1967) The development of microsurgical technique. In Microvascular Surgery, ed. Donaghy, R. M. P. & Yasargil, M. G. St. Louis: Mosby.

Jacobson, J. H. & Saurez, E. L. (1960) Microsurgery in anastomosis of small vessels. Surgical Forum, 11, 243-245.

Lendvay, P. G. (1973) Replacement of the amputated digit. British Journal of Plastic Surgery, 26, 398-405.

Mc Lean, D. H. & Buncke, H. J. Jr. (1973) Use of the Saran Wrap cuff in microsurgical arterial repairs. Plastic and Reconstructive Surgery, 51, 624-627.

O'Brien, B. McC & Hayhurst, J. W. (1973) Metallized microsutures and a new micro needle holder. Plastic and Reconstructive Surgery, 52, 673-676.

O'Brien, B. McC. & Hayhurst, J. W. (1976) Principles and techniques of microvascular surgery. In Plastic and Reconstructive Surgery, ed. Converse, J. M. Philadelphia: W. B. Saunders & Co.

O'Brien, B. McC., Henderson, P. N., & Crock, G. W. (1970) Metallized microsutures. The Medical Journal of Australia, 1, 717-719.

Parel, J-M., Crock, G. W., O'Brien, B. McC., Henderson, P. N. & Galbraith, J.E.K. (1970) Prototypal electro-microsurgical instruments. The Medical Journal of Australia, 1, 709-714.

Patkin, M. (1975) Annual Meeting of the Australian Hand Club, Queensland.

Salmon, P. A. & Assimacopoulos, C. A. (1964) A pneumatic needle holder suitable for microsurgical procedures. Surgery, 5, 446-450.

Tamai, S., Sasauchi, N., Hori, Y., Tatsumi, Y. & Okuda, H. (1972) Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology. Journal of Bone and Joint Surgery, 54B, 637-647.

Von Hippel, A. (1877) Ueber die operative behandling totaler stationarer Hornhaut-Trubungen. Albrecht v. Graefes Archiv fur Ophthalmologi, 23, 79.

3. 显微外科的组织工作

如何组织一个显微外科专业组，使之能开展实验及临床工作，具有很大的重要性。在外科各专业中有时都需要借助于显微外科，特别在整形及再造外科方面，显微外科越来越占重要地位。成立一个显微外科专业组的目的首先是为社会服务，但进行一些实验研究会给工作带来好处。在一个以前没有进行过显微外科工作的医院中建立这样一个专业，特别是显微血管外科，不是一件轻而易举的事，因为这涉及到外科病室的扩建，增添护理人员，以及专用的手术室等一系列问题。从事这个专业的医生要有坚韧不拔的毅力，才能克服上述种种困难。不过也应看到，以往在刚建立神经外科和心脏外科时也遇到过一些困难，但均已得到克服。今天应把显微神经血管外科看作为外科领域的一个专业，但不要搞的太复杂，应尽量使其简单化，而且只在有适应证时才应用显微外科。

显微外科操作技术可以使外科手术水平得到提高。某些手术不借助于手术显微镜则无法进行，而外科医生也应尽力提高手术的成功率，使治疗上的努力不致前功尽弃。并不是每一个从事再造手术的外科医生都愿意搞显微外科，但作者认为这个专业最终将成为多数外科医生常规训练的一部分，特别对于整形外科和再造外科的医生尤为重要。规模较大的显微外科专业组，在经费上可以得到公共团体的支援，能更完善地为居民服务。实验性的研究虽然重要，但重点要放在临床工作的开展上。

基本组织形式

这应从两方面考虑：

实验方面

在开始进行显微外科动物实验时，可以选用较简单的手术显微镜，如 Zeiss 厂生产的小型台式显微镜(图 3·1)，用手调节放大倍数，结构不复杂，价格也较低，适合于进行小动物实验用(如鼠、兔等)。此外还有一些其他类型的实验用手术显微镜，但聚焦及变换放大倍数都需要用手调节。耳鼻喉科用的 Zeiss OPMI Ⅰ型手术显微镜(图 3·2)也可用于动物实验，操作简便灵活，缺点是价格较贵，而且只能一人使用，手术护士及技术员无法参与显微手术。当然，在实验中这一点并不很重要。这种显微镜也是用手调节的，没有变焦装置。上述各种较简单的手术显微镜可以满足一般的实验需要，但如要进行较高深的研究项目，则要求术者和助手同时进行工作。在这种情况下应采用能两人同时进行观察的双人手术显微镜，如 Zeiss OPMI Ⅱ型。Henderson 等(1975)在动物实验缝合狗的股动脉及静脉（直径 3～4 毫米）时发现，如采用手术显微镜及较细的缝线，则较之使用放大两倍的放大镜及较粗的缝线（如 7-0 丝线）进行缝合时的血管通畅率为高，而且所致创伤也较小。当然，有些操作也可借助于放大镜，如在前面章节中提到的 Keeler 氏四倍放大镜，用于进行显微解剖很有用。

需要一套上一章中介绍过的显微外科手术器械，以及适当的显微外科缝合材料。

用小动物做实验时，需要有固定动物的装置。作者推荐使用家兔做实验，因为其股动、静脉的粗细与人的指动、静脉及其他 1 毫米直径的血管相仿。为锻炼显微血管外科

的基本操作提供有利条件，至少需要有一名照顾实验动物的工作人员。有些基本设备可以与其他专业共用。

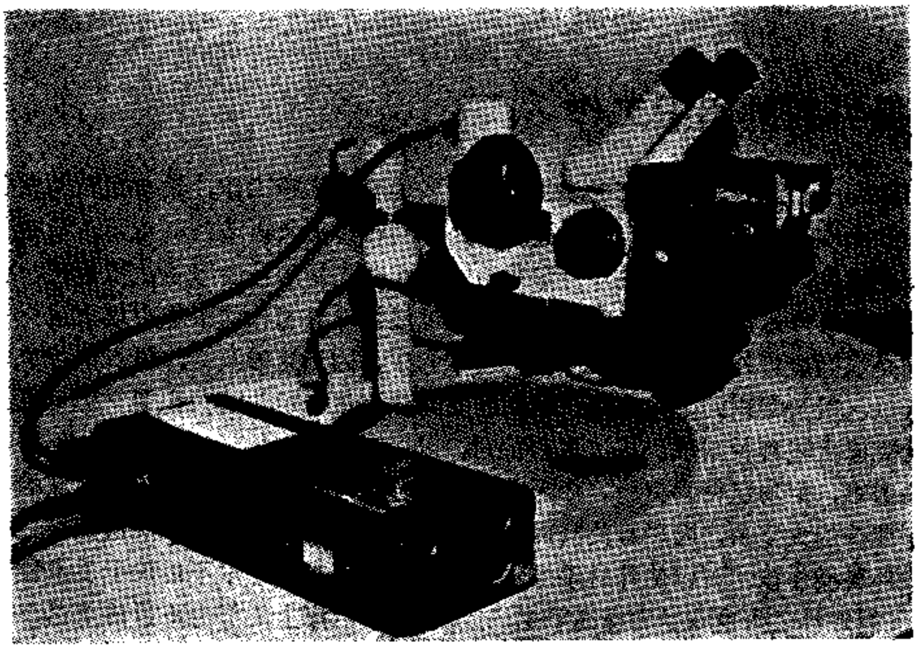


图 3·1　一种简单 Zeiss 台式实验室用手术显微镜，适用于进行小动物实验

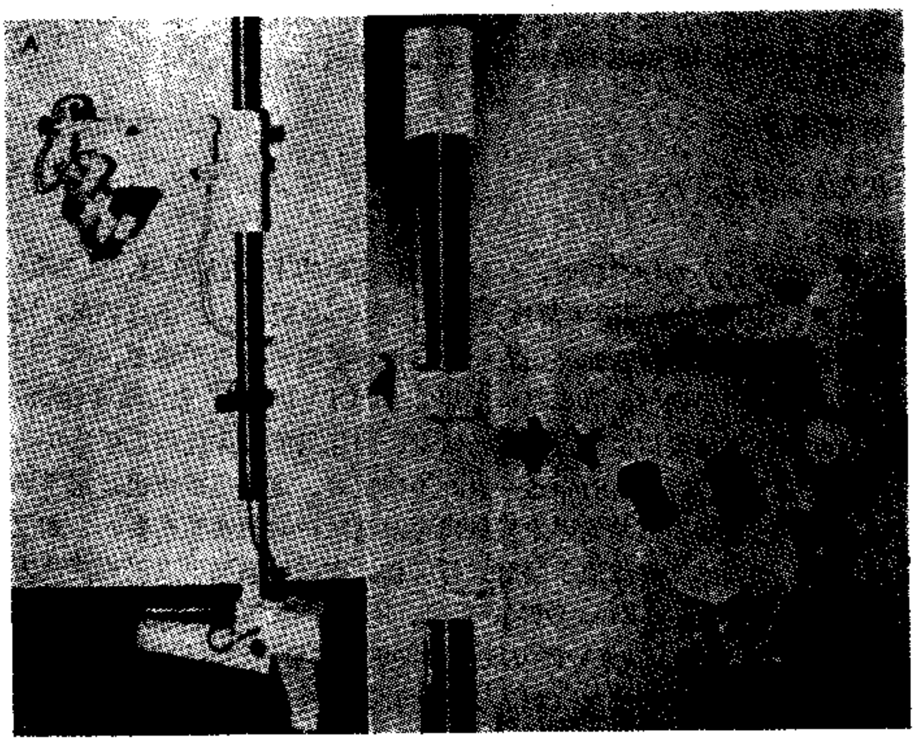


图 3·2　A. Zeiss OPMI Ⅰ型手术显微镜，用于耳鼻喉科，用手调节放大倍数
B. OPMI Ⅰ型手术显微镜近观

麻醉

可以由外科医生给实验动物行麻醉，但最好由一名受过训练的护士、卫生员或技术员来做此工作。应建立常规麻醉方法，以保证能顺利进行较长时间的麻醉而不致造成动物死亡。最好使用小动物进行显微外科的研究项目，但有时也需要用较大的动物，如猴及猪等。

家兔

进行实验时不需给术前用药，用戊巴比妥30毫克/公斤体重（60毫克/毫升）稀释于等量的无菌水注入耳静脉（用32号头皮静脉针头）行诱导麻醉，继之用口罩给一氧化氮、氧及氟烷吸入麻醉。

大鼠

将大鼠置大瓶中，瓶底有用乙醚浸过的棉花垫。二、三分钟后大鼠被麻醉，取出缚于特制手术板上。用一个给猫用的小麻醉口罩（与给家兔用的相似）行一氧化氮、氧及氟烷麻醉。

每台Boyle氏麻醉机可麻醉两个动物。这种麻醉方法用于小动物，较之腹腔内注射麻醉剂的方法更为可靠。

狗

一般很少用术前药，但在时间较长的手术时可在麻醉前皮下注射杜冷丁25毫克、氟哌啶（Droleptin）0.2毫克及阿托品0.6毫克，用于较小的狗时可以减量。继之静脉内注射戊巴比妥（30毫克/公斤），可选头静脉，用19号头皮静脉针头。进行气管内插管以保证气道通畅。如需继续麻醉，可静脉内再给戊巴比妥。

猴

术前一小时肌肉注射盐酸苯环已哌啶（商品名Sernylan）0.5～0.75毫克（100毫克/毫升）及皮下注射阿托品0.25毫升（0.6毫克/毫升）。用静脉内2.5%硫喷妥钠行诱导麻醉（用手背部静脉）。继之行气管内插管（带气囊的管）并给予一氧化氮、氧及氟烷麻醉。

猪

麻醉前用药为氯胺酮肌肉注射（10～15毫克/公斤），继之静脉投给戊巴比妥30毫克/公斤及三碘季胺酚（Flaxedil，又名弛肌碘）2毫克/公斤。气管内插管后用Boyle氏麻醉机给一氧化氮及氧（比例为2:1）。手术完了后，给新斯的明0.05毫克/公斤及阿托品0.6毫克以对抗弛肌碘的作用。

动物实验中进行修复的组织

神经

猴与人相似，因此是研究神经修复最合适的动物，但在手术后不易充分判断功能的恢复，特别是感觉方面。神经传导的测定、肌电图、神经修复处的组织病理学检查、肌肉的活检以及运动终板的研究等，都能提供有价值的资料。狗的腓总神经或家兔的坐骨神经都可以用来进行研究和获得神经修复方面的显微外科操作技术。

小血管

用兔作实验，麻醉后将其股部及下腹壁的毛剃去，并将其双腿缚在木尺上（图3·3）。动物的股动、静脉应与手术台的长边平行，双腿制动后绑在手术台上。在股动、静

脉部位做纵形切口，切开脂肪及深筋膜、直到股动、静脉。用数针牵引线拉开伤缘，切开股鞘后暴露血管。血管修复的操作按第五章提出的方法进行。

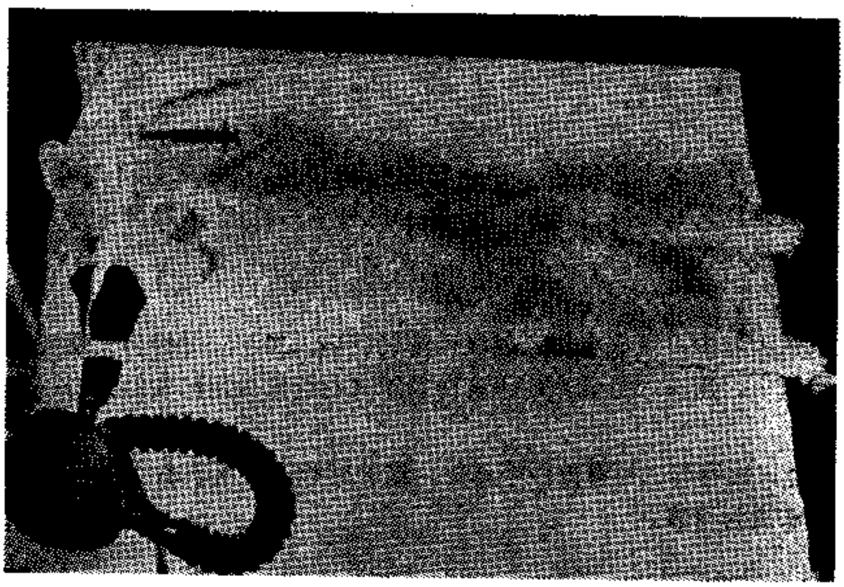


图 3·3 猫用麻醉口罩用于家兔进行氧、一氧化氮及氟烷麻醉。经耳静脉先注射戊巴比妥。将已麻醉的家兔缚于手术台上，用木尺固定肢体

家兔还可以用来作为小血管吻合游离皮瓣移植手术的实验模型（O'Brien 及 Shanmugan, 1973）。

临床方面

需要一台手术显微镜，开始时可从耳鼻喉科借用 Zeiss OPMI Ⅰ型显微镜作为基本工具，但应了解显微耳科实际上是一种显微镜下不需要缝合的手术操作，与显微神经血管外科的要求不同，因此医院应认识到不同专业需要不同类型的手术显微镜。此外还需要一套显微外科用的手术器械。

显微血管外科的训练

外科医生的训练

在实验室内进行一个月全天小血管修复的训练可以使这门操作达到基本上熟练的程度。如果每周只花一到两个半天的时间来进行训练，要达到上述熟练程度则需六个月。如能进行全天实验室手术训练再结合一些临床工作，操作技术在12个月的时间内可以达到高度熟练的程度。

下面提出一个显微血管外科训练的简单计划：

1. 熟悉和掌握手术显微镜的操作，显微外科器械的使用和显微外科缝合材料。

2. 用兔做实验，进行股动、静脉的端对端吻合。

3. 进行兔股动脉的端对侧吻合：

甲、将股深动脉自股动脉分出处齐根部切断，再缝回原处。

乙、切断股深动脉并在较低的部位与股动脉吻合。

4. 兔股动、静脉的显微血管移植：

甲、切下一段股动脉，两端倒转后再植。

乙、股静脉移植到股动脉。

丙、股静脉移植到股静脉，先在原位进行，继之移植到对侧。

5. 用兔下腹壁一部分做小血管吻合游离皮瓣移植，采用来自股动、静脉的腹壁浅动、静脉。第一步可在取下后再放回原处，吻合血管，以后可将此皮瓣移至对侧。

6. 为了进行高深的训练可以进行大鼠腹壁浅动、静脉的吻合，其直径约为0.5毫米。

科主任在提供必要的实验室设备、工作上的支持及临床病例方面，有相当大的责任。最低限度要有一名受过训练的外科医生及一名受过训练的助手，但如要全年每日都为本医院所承担医疗任务的居民服务，仅这两名人员是不够的。年龄较大并不防碍外科医生从事显微外科，年纪大的外科医生也可以获得这方面的经验，开始时可在实验室中进行训练。显微外科专业组中至少要有一名有资历的外科医生，此点很重要，因为只有他有丰富的经验并能做出必要的判断，他能保证专业组中工作的连续性。这项工作有一定的体力消耗，如专业组内有数名医生参加工作，可减轻每个人的负担。进行显微外科手术的工作条件很要紧，要在安静的环境下进行。

有关显微血管外科的电影、关于显微神经血管外科各方面问题的讨论会以及有关显微血管外科基本操作的手册等，都有助于显微外科的训练。开办两天的显微外科训练班意义不大，这是因为时间太短，多数参加者以后对显微外科失去兴趣。有些外科医生也认为经过这样短时间的训练不足以开展临床显微外科工作。需要有一整套较长时间的实验和临床显微外科训练计划，没有其他替代方法。目前迫切需要建立能提供这些训练项目的中心。

从事显微神经外科可以为临床显微外科操作技术提供锻炼的机会，但这些医生也应与实验室保持密切联系。随着临床工作量的增加，需要添加更多的设备及工作人员，并改进组织工作。

护理人员

训练有素的护理人员使显微外科手术得以顺利进行。这些人员应习惯于在显微镜下进行工作，递器械及缝合材料，牵拉伤口及使用微型吸引器等。护士的这种显微外科训练可以在实验室进行，用几个半天的时间，教会如何使用手术显微镜及显微外科手术器械。以后可以通过显微外科手术时的电视教学进行提高。

技术员的职能

有一些没有受过显微外科训练的外科医生认为实验室的技术员可以参加临床显微外科手术，进行血管吻合。确实在一些显微外科实验室中，技术员掌握了缝合小血管的技术后可以进行一些定型的手术，如大鼠的肾移植，但这并不等于技术员具备参加处理临床显微血管外科病例各重要方面时应有的背景、判断力及技巧。显微血管外科的临床情况与实验室的操作非常不同，因此这些病例的手术处理要求由既受过显微外科训练又熟悉本专业的外科医生来进行。在手术的重要准备和显露血管以及吻合小血管的过程中，经常出现一些要求医生作出正确外科判断的问题，而实验室技术员则从来不会遇到这些问题，因为他只接触正常的血管；此外，技术员也不习惯于手术室的常规。还要从医学-法律的角度来考虑这个问题，在其他临床手术外科方面都不需要技术员参加，为什么在显微外科手术中就要参加？此外，技术员也没有能力制定实验室中一些高深的显微外科

研究规划。这项工作需要由外科医生或造诣较深的、接受外科训练的医生来执行。训练的目的是使外科医生掌握显微外科的技术，并通过经常的锻炼及足够的临床实践来保持这种技巧。每三个月处理一个显微血管外科病例不足以保持操作的熟练。偶而进行一次显微血管手术的外科医生所起的作用不大。

显微外科研究机构

澳大利亚墨尔本市 St. Vincent 医院在这方面的开展情况

该院于1964年即开始了显微神经外科的工作。1966年开展了显微血管外科的实验工作，将一所不用的停尸房改成实验室，使用了一台实验用台式手术显微镜。到1972年建立了现在的实验室，拥有四台三人同时观看的手术显微镜，均配有手术台、显微手术器械等，并有受过训练的技术员辅助外科医生工作（图3·4）。在这项工作开展的早期即制定了一个多学科共同进行研究的规划，参加的单位包括墨尔本大学及Monash大学所属医院的一些部门和各外科专业组（图3·5），其中整形及再造外科医生进行的实验和临床显微外科工作最多。根据上述规划，使得不同的外科专业都能共同使用同一实验设



图3·4 墨尔本市 St. Vincent 医院的显微外科实验室，有4个手术台，都配备有三个人同时使用的手术显微镜

备，并汇总大家在这方面的知识，其中包括显微外科器械方面的改进、组织病理学、扫描电子显微镜观察所见以及免疫学方面的了解等。

从事研究的医生

目前在该处从事研究的外科医生有12人，4人全部时间在实验室，但均从事临床外科活动。全部时间从事实验的研究员来自澳大利亚、大不列颠、美国、日本、法国、意大利、爱尔兰、瑞典、荷兰、瑞士、以色列、加拿大、印度、印尼、新加坡、南非及哥伦比亚各地，

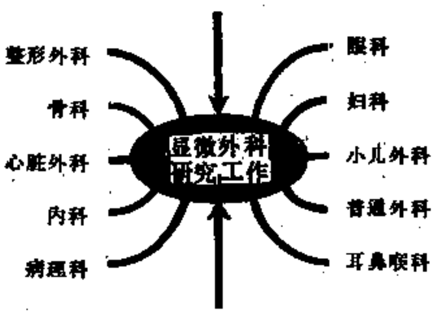


图3·5 St. Vincent 医院参预显微外科研究工作的外科和内科专业

每人在 St. Vincent 医院工作12个月，可以进行与整形和再造外科或手外科有关的显微血管外科实验研究项目。实验室可以提供各种实验动物，包括大鼠、家兔、豚鼠、猫、狗（包括猎狗）、猪及各种猴。这些研究员也参加整形外科的临床显微外科工作，他们既可以在实验室进行研究也可以在手术室参加临床手术。各种研究项目所需要的尸体解剖也按计划进行。

实验室技术人员

有一定人数的技术人员来辅助外科研究人员。他们由一名受过训练的手术室护士领导。这名护士不仅精于行政管理，而且也熟悉大小动物的麻醉方法。共有三名受过显微外科训练的技术员，一名专职的卫生员及数名饲养实验动物的人员。当其他科室在实验中进行一些非显微外科的研究工作时，这些人员也进行协助。

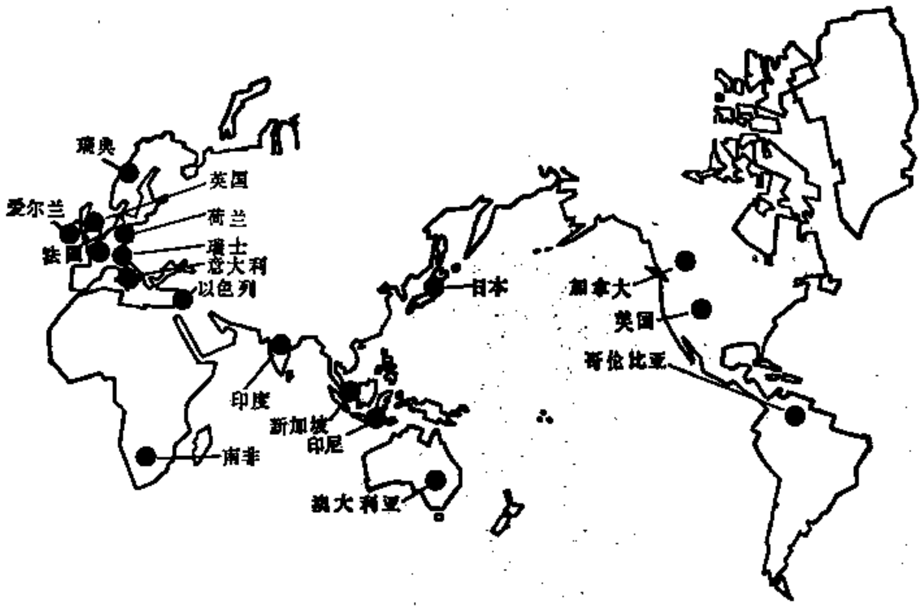


图 3·6　St. Vincent 医院显微外科研究员来自上图各个国家

临床活动

主要临床活动在两个医院的整形外科内进行。这两个医院距离不远（图 3·7），都收一般病人和指定医生的病人，手术显微镜及整套的显微外科器械都配备齐全。医生包括三名年资较高的外科医生及五名经过显微外科及整形外科或骨科方面深造的外科医生。这些医生均参加实验室工作，其中大多数人都随时可以为所在地区居民提供全部显微血管再造方面的治疗。对急救车救护人员、中心医院及郊区医院的急诊室医务人员都进行了有关冷却断肢及用夹板固定不全截肢的训练。总之，尽一切办法来对广大医务人员进行有关这方面的教育。

目前在手术显微镜下修复直径1毫米的小血管已不再是一件奥妙的事。重点要放在如何进行显微外科病例的术前计划、手术操作及术后处理上。每一例的术前计划、组织剥离、血管显露等，虽然耗费时间，但都为显微血管手术准备条件。医生在进行显微外科手术前如果活动、吸烟或饮酒过度均能加重手术时手部的颤抖。某些医生喝咖啡后会严重影响手术操作。

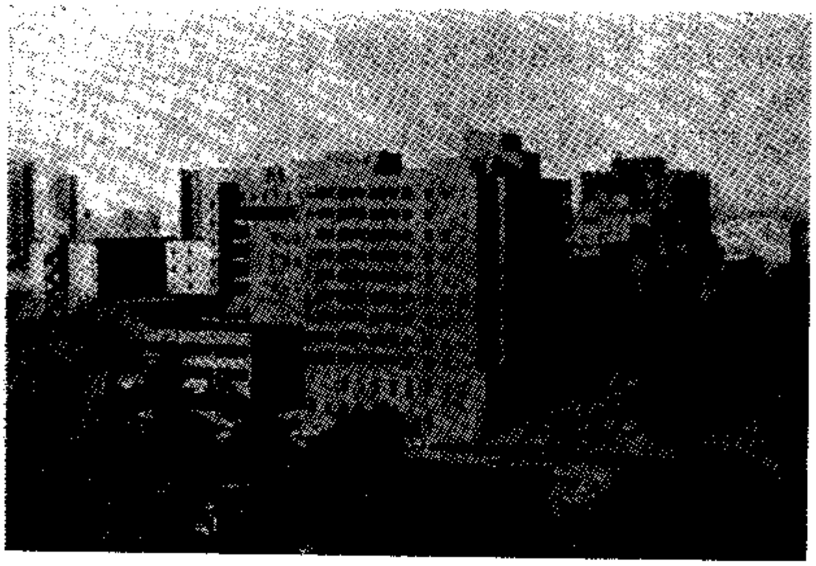


图 3·7A　墨尔本市 St. Vincent 医院

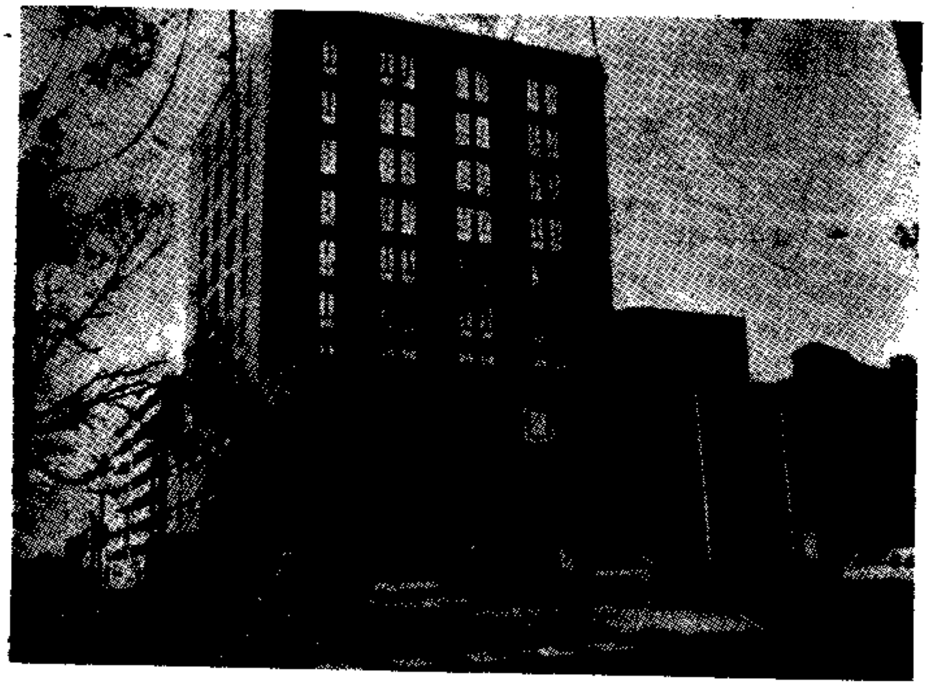


图 3·7B　墨尔本市 St. Vincent 指定医生的医院

在需时甚长的手术中，可以采用外科医生“接力”作手术的办法，这样能提供更多的灵活性，减少手术者的疲劳并可完成其他方面的任务。显微血管手术后的并发症有时需要再次手术，且应迅速进行，另准备一组人员即可解决这种应急情况。在显微外科手术方面要作出较高的成功率才能使外科其他专业的医生们正确认识到显微外科的重要性。

显微神经血管外科还要不断发展，但对手术的病例要进行评价和细心选择，这样才能在可能时对显微外科和已定型的非显微外科的手术效果进行严密的比效。

显微外科的范围

目前显微外科包括显微血管外科及显微神经外科，特别在以下几方面：游离皮瓣移植、断肢再植手术、一次脚趾移植到手指手术、吻合小血管游离骨移植、游离肌肉移植及显微淋巴管手术等。要能解决上述各项工作，需要有人数较多的一组外科医生。

（陈加尔）

参考资料

Henderson, P. N., North, I. McL., Baxter, Thelma J., O'Brien, B. McC. & Oakes, B. W. (1975) An assessment of microvascular techniques in the anastomosis of 3 to 4mm arteries. In preparation.

O'Brien, B. McC. & Shanmugan, M. (1973) Experimental transfer of composite free flaps with microvascular anastomoses. The Australian and New Zealand Journal of Surgery, 43, 285-288.

4. 小血管阻塞的病理生理

为了理解为何小血管吻合后会发生阻塞，就需要对血栓及凝血块形成的机制有更多的了解。使小血管吻合处发生阻塞倾向的因素有三：①血液的凝固性；②血管壁的改变；③血流的紊乱。魏尔啸首次提出上述三条与血栓形成有关的因素迄今已百余年(Virchow, 1846, 1907; Samuels 及 Webster, 1952)。下面将讨论早期和晚期出现的小血管阻塞，并分别谈及上述三种因素，特别是其与小血管阻塞的关系。

血 小 板

血小板通常具有卵圆形或盘状外形，但与能引起血栓形成的物质接触后，血小板变圆，形成假足并变得非常"粘"(Mustard 及 Paekham, 1970)。血小板与胶原、微细原纤维、细胞壁、缝线或其他一系列物质的单纯接触足以使其产生"粘性"并粘附于某些促进血栓形成的表面上(Spaet 及 Gaynor, 1970; MacMillan 及 Sim, 1970)。这些血小板受到刺激后发生不可逆的变化，出现"释放反应"，血小板分解并将其贮存颗粒中的物质释到周围介质中。这些贮存颗粒所含的物质是二磷酸腺苷(ADP)、五羟色胺及组织胺。这些物质可以使更多的血小板形成假足并发生可能是可逆性的聚集(Mustard 及 Packham, 1970)。ADP 的刺激可能是引起这种继发性血小板聚集的主要原因。这种变化需要钙，而且是一个可逆的过程，如果刺激不复存在，则那些原来受 ADP 刺激而聚集在一起的血小板会很快地散开。肾上腺素、去甲肾上腺素及凝血酶也都能刺激血小板引起聚集。

早 期 阻 塞

手术后，头 48 小时内在显微镜下通过半透明的血管壁可以观察到血管损伤后的一系列变化(Spaet, Gaynor 及 Stemerman, 1970; Zucker, 1972; Acland, 1972; Honour, Pickering 及 Shepphard, 1973)。随着时间的进展，发生阻塞的危险迅速减少，在手术 72 小时后，仅有极少数血管发生阻塞(Ketchum等, 1974)。根据作者的经验，动脉阻塞是断肢再植和吻合小血管游离皮瓣移植手术失败的主要原因，并认为在 11 天以内任何时间都可以发生，特别在断肢再植时更是如此。

对于手术后小血管发生阻塞的原因仍不甚了解。在血管吻合处(特别是静脉)能见到纤维蛋白条索，并在由血小板构成的血栓外层中形成网状物(Mustard等, 1970)。虽然一般认为纯纤维蛋白并不能引起血栓形成，但纤维蛋白分解产物及该处的凝血酶可以导致血小板聚集。此外，血小板进一步释出其所含物质，包括血小板因子Ⅲ和因子Ⅳ，这些物质能进一步促进血栓形成(Zucker, 1972; Mustard 及 Packham, 1970)。由于上述变化，血栓缓慢增大，血小板层和纤维蛋白层交替出现，每一层又刺激另一层的形成。

晚 期 阻 塞

由于敏感的和激活的血小板及促凝血物质停滞，使该处的血栓逐渐增大，这会导致晚期的静脉阻塞。这些物质也聚集在动静脉吻合处及动脉吻合与静脉吻合之间的血管受

损部位。本章中还要详细讨论这个问题。

在某些病例中，有时感染是引起晚期小血管阻塞的原因，但作者在分析可能影响小血管吻合后畅通率的各种因素时，并未发现阻塞的血管与手术感染部位有何相互关系（Hayhurst 及 O'Brien, 1975）。有人从畅通的及阻塞的小血管处均培养出金黄色葡萄球菌及粪链球菌，但并未发现其与血管阻塞之间的关系（Elcock 及 Fredrickson, 1972）。

手术后时期内的水肿和炎症可以造成对肢体再植的小血管吻合处的压迫，使血流量减少，从而导致阻塞。

血液凝固性

手术对血液凝固性的影响

在手术中曾观察到血液凝固发生明显改变，这种变化在手术后早期会导致静脉栓塞。有人发现，这种血栓至少有50%可以在手术过程中形成（Flanc, Kakkar 及 Clarke, 1968）。上述血液凝固性的改变可能是导致手术中及手术后小血管阻塞的一个因素。

在手术中和手术后，血小板的反应性及第Ⅷ因子活性均增强，纤维蛋白原增加，纤维蛋白溶酶原及自发的纤维蛋白溶解活动均降低（Sharnoff 等，1960；Ham 及 Slack, 1968, 1969；Ygge, 1970；O'Brien 等，1974）。在一些较小的手术中（如疝修复术），经常出现血小板粘附性增加，术后数小时即可开始，一般在术后48小时达最高峰。小剂量肝素（每公斤体重1～10个国际单位）即可明显减轻上述大小手术后发生的血小板粘附性增加，使之恢复到术前的水平，甚至更低。肝素的作用可持续一小时以上。这种小剂量的肝素并不影响正常血小板的粘附性，手术前的应用证实了此点（Ham 及 Slack, 1967, 1968）。

血管壁的改变

微血管及毛细血管的壁在正常情况下有一层不引起血栓形成的内皮细胞。紧贴这层内皮细胞的下面就是一个具有强烈诱发血栓形成能力的"内皮下层"。在这层中偶而能见到胶原纤维，有多数嵌在内弹力板中的非胶原性微细原纤维，此外还有血管基底膜及弹性硬蛋白（Stemerman 及 Spaet, 1972；Spaet, Gaynor 及 Stemerman, 1974）。上述各部分的顺序是按照其与血小板发生反应的程度而排列的。纤维蛋白与血小板的反应性非常强，而弹性硬蛋白则几乎不会引起血栓形成。构成细胞壁的物质及细胞内物质也能诱发血小板的聚集（McMillan 及 Sim, 1970；Mustard 及 Packham, 1970）。

据目前的了解，在动物的一生中，内皮细胞仅更换数次（Spaet 及 Gayhor, 1970）。这与体内其他"表层"不同，其他部位，如支气管、肠道及泌尿道等处的表层细胞由于经受摩擦和应力的作用，不断更换，每个细胞经受应力作用的时间较短。为了给内皮细胞添加健康的细胞物质和细胞膜物质，正常内皮细胞可能有必要周期性地与血小板进行接触。这样才能使内皮细胞能够耐受血液流动所产生的不断摩擦。同时在内皮细胞之间还要保持一定大小的"微孔"，使毛细血管具有正常的通透性。在各种原因的血小板减少时，由于没有足够数目的血小板来进行经常性的内皮细胞"更新"，因此毛细血管变脆，同时通透性降低。

在进行器官体外灌注时，经常能见到明显的水肿，如使用一种含有大量血小板的灌注液，则可明显减轻上述水肿（Gimbrone 等，1969）。这可能是由于内皮上的溃疡或裂

隙为血小板所覆盖或填塞以及上皮细胞通过与血小板的经常性接触而得到维护之故（Wojcik 等，1969；Tanzer 及 Bumgartner，1967；Majno 及 Palade，1961）。在进行吻合小血管肢体再植时，血小板在保持毛细血管完整性方面也发挥同样的作用。

血小板除了能形成止血填塞物以外，至少还有三种其他功能：①血小板能识别血流内任何外来能诱发血栓形成的物质并覆盖在其表面，形成一层不定形的、不引起血栓形成的被覆；②血小板可以堵塞内皮细胞之间任何异常的过大裂隙，这样能够协助保持血管的正常通透性；③周期性地与内皮细胞起相互作用，协助内皮细胞保持正常的血管完整性。

进行小血管修复时在吻合处可以产生一系列诱发血栓形成的因素，例如缝线就特别容易引起血栓形成。几乎任何异物，包括缝线，都可以引起原发的血小板聚集。缝线暴露在流动的血液中很快即为一层血小板所覆盖，继之形成血栓。表层的血小板恢复正常随即散开，深层的血小板则发生分离，形成一层残余的、不定形的、不再引起血栓形成的保护层，血小板不再贴附其上（Spaet 及 Gaynor，1970）。缝线除了作为一个能导致血小板贴附其上的异物外，还可以引起血管壁发生促进血栓形成的变化。有人发现，在血管上作一小切口后，缝合一小针，较之不予缝合，任其自行闭合时形成的血栓为大（Acland，1973）。其他能诱发血栓形成的物质包括，部分暴露的血管断端、含有胶原纤维及微细原纤维的内皮下层、暴露的细胞壁及细胞内物质，如二磷酸腺苷、肾上腺素及五羟色胺（Stermerman 及 Spaet，1972；MacMillan 及 Sim，1970；Spaet 及 Gaynor，1970）。

造成血管损害的原因有，创伤、缺血、化学物质、电流、温度的极端变化（过冷或过热）及干燥。关于何种程度的损伤才能产生血小板血栓，目前尚不了解。进行小血管吻合前的准备工作时，如剥离血管外膜、轻柔地夹住血管、接触和轻轻抚摸内膜，都不致在静脉恢复血流 10 分钟后引起静脉内形成过多的血栓（Acland，1973）。虽然如此，仍需确定上述操作引起的长远后果及其对动脉的影响。手术中微血管钳放置方法不当或用珠宝工的镊子夹血管过紧，都可以导致小血管，特别是小动脉的完全阻塞。

作者认为，未察觉的小血管损伤可能是手指及肢体撕脱后再植时，效果一般都不好的主要原因。牵拉血管到一定程度，虽不致引起破裂，但可以导致内膜撕裂及剥脱，此种改变可波及离血管断裂处相当长的一段。内膜剥脱后暴露了内皮下结构，提供了诱发血栓形成的部位，从而导致血管阻塞。

长时间缺血对血管的作用是多数吻合小血管组织移植失败的一个重要因素。有人在研究猴的手指再植时发现，离断的手指存放时间过长（4 ℃温度下 24 小时），可以使血管发生显著的变化及早期碎裂（Hayhurst 等，1974）。关于不同时间的缺血对小血管及毛细血管内皮的影响，尚不完全清楚，但可以推测，缺血时间越长，内皮细胞的损害也就越严重，内皮细胞可以发生剥离甚至脱落，这就显露了小面积能诱发血栓形成的内皮下层。这些内皮上的溃疡可以导致形成微小血小板血栓的形成，以后逐渐增大并成为栓子。小的血小板血栓能造成进一步的组织损害（Mustard 及 Packham，1970）。聚集成团的或单个的血小板可以停滞在静脉吻合处。这可能是某些医生报告中手指再植时发生静脉阻塞的一个重要因素（Kleinert 等，1975；Lendvay，1973）。

化学物质对血管壁的影响

血管造影时使用的各种不同浓度的造影剂已证明能引起微循环的明显改变。这些变

化首先发生在小静脉，包括内皮的损害及血管壁上的血栓形成（Branemark，Jacobson及Sorensen，1969）。作者观察了几种造影剂的作用，发现均能引起某种程度的血管及组织损害。血管造影后如迅速用冲洗液灌注血管，则能在一定程度内扭转上述改变。常规血管造影可以造成小血管损害，作者有一次准备将一个皮瓣通过吻合小血管移植到下肢，但由于发现胫前血管的血流不够充分，因而取消了手术。这条血管在事前曾做过血管造影证明通畅（O'Brien及Hayhurst，1975）。作者认为这次血管造影给血管带来不好影响。在报告中至少有一个游离皮瓣的失败是由于血管造影后引起的血管变化所致，当时进行血管造影的目的是为了证实小血管吻合处的畅通（Kaplan，Buncke及Murray，1973）。由此可见，除非这些血管造影对病人可能有某些好处，否则不应采用。同样，在淋巴管造影后，淋巴水肿可能加重，这也是由于淋巴管受损之故。

在血循环正常时尚能耐受的一些化学物质或药物，如注入缺血部位的血管内或与缺血部位的小血管接触，则可以呈现毒性。

由于目前只有极少数关于化学物质对微循环影响的研究，因此任何未被证明为无害的物质，都应视为对微循环可能有毒性作用。有证据表明，在某种情况下，有一些物质，如普罗卡因，可能具有毒性（Mehl，Paul及Shorey，1964）。

氯丙嗪是一种在显微血管外科中曾经使用过的血管扩张剂（Buncke及Blackfield，1963；Lendvay，1973）。有人发现，在手术损伤的血管上应用氯丙嗪可以使形成的血栓在数量上大大增加（Acland，1973）。

电流对血管壁的影响

血管壁内层表面带有负电荷，而血液内的成形物质（包括血小板）也带负电荷（Sawyer及Shrinivasan，1967）。如果将一正电极（电压为300毫伏或更大）放在小血管上，则带负电荷的血小板可于数秒钟之间在血管内形成血小板血栓，继之可以造成不同程度的血管损害（Honour，Pickering及Sheppard，1973；Sawyer及Shrinirasan，1967）。有人在金属导管上接通负电流，以防止在其中形成血栓（Schwartz及Richardson，1961）。最近在实验中发现，于负电极下面也能形成血栓（Didisheim，1968）。在这项实验中，使用200毫安的恒定电流（未提电压多少）二分钟后，发现在负电极下方形成非常明显的血栓。关于为何在负电极处也形成血栓，可能与电极下pH值的变化有关。在上述实验中，负极下的pH值上升到10～11，而正极下的pH值则仅为1。O'Sullivan及Vellar（1974）在进行一项判断静脉循环中预防血栓方法的实验时，在兔的腔静脉上应用了6毫安的电流，发现血小板向负电极处移动，继之形成血栓。使用抗血小板药物或肝素都可以抑制这个过程。上述实验还发现，血流及血管弯屈成角是决定血栓波及范围及蔓延程度的关键性因素。

温度变化对血管壁的影响

皮肤的小血管对于冷热可以迅速作出反应，即血管收缩或血管扩张。有人提出，用一般温盐水冲洗处于收缩状态的小血管是解除血管收缩的一种好方法（Horn，1969）。作者认为这种方法并不比下述方法优越，即在数分钟内不要去触动血管，也能收到同样效果。作者在研究手术野的温度对血管收缩程度的影响时发现，用一个辐射热源控制手术野的温度在38°～39℃时，并未明显改变动脉或静脉血管收缩的程度（Hayhurst及O'Brien，未发表的资料）。目前关于缺血组织（如离断的部分）对温度变化的耐受性问题尚

不了解，但很可能这些组织对于过冷和过热的耐受力较正常组织为差。据报导，至少有一个断指再植后的失败，推测是由于在送往断肢再植中心的路上用冰块冷却断指后造成的组织冻结所致（Lendvay，1973）。

动脉和静脉吻合后畅通率的比较

在多数有良好对照的病例组中，动脉修复后的畅通率较静脉修复后者稍高（Hayhurst 及 O'Brien，1975）。小血管吻合的卓越技术是决定畅通率的单一因素中最重要的一个。吻合静脉在技术上较难，这是由于静脉壁较脆之故，有人认为这是修复小静脉时畅通率稍低的主要原因（Hayhurst，1975）。小血管修复后的组织病理检查表明，吻合处静脉边缘对合不好是静脉阻塞时最常见到的情况（Baxter 等，1972）。上述观察还表明，静脉修复后的愈合较动脉修复后要慢的多。静脉修复后吻合处内皮再生所需时间较长，有时在术后三周时才开始，而动脉修复后在一周末即能见到内皮再生。此外，在静脉吻合处的静脉壁上经常能见到较大面积的坏死部分，但与动脉相比，这种血管壁坏死却很少导致静脉吻合处的阻塞。

有人认为，动脉及静脉内血流速度的不同，可能是静脉吻合处畅通率稍低的原因。在动脉吻合处形成的任何血小板血栓都会为流动迅速的动脉血所冲走，而静脉吻合处由于血流速度较慢而不具有这种“冲刷”作用（Spaet 及 Gaynor，1970）。看来动脉和静脉的血栓在结构上有一定的区别。动脉血栓几乎完全由血小板组成。在这个血小板血栓的表面通常有少量纤维蛋白形成的网状物。静脉血栓由多种不同来源的成分组成，在一个由纤维蛋白形成的、较为粗糙的网状结构中能见到有大批血小板和停滞在该处的红细胞及白细胞（Didisheim，1968）。

动脉和静脉血管壁的纤维溶解活动也各有不同。在动脉内由于血流较快，仅在供应血管滋养的血管内能观察到纤维蛋白的溶解活动。静脉内血流较慢，纤维溶解活动甚为明显，在血管内膜表面上更为活跃（Astrup，1956；Todd，1958；Panolfi 等，1967）。血管壁受到损伤后，这种局部纤维蛋白溶解活动发生改变，可能进一步刺激血栓形成。

静脉血和动脉血在其性质上也有不同之处。在行吻合小血管的组织移植时，血小板和促凝血物质与动脉吻合处的短暂接触仅给血小板带来轻微刺激，虽然这也会增加血小板的粘着性，但还不足以引起吻合处的血小板聚集。促凝血物质虽然也受到刺激，但尚达不到在动脉吻合处形成纤维蛋白的程度。这些致敏的血小板和激活了的促凝血物质通过毛细血管到达静脉吻合处，此处血流速度较之动脉内要慢得多。由于创伤或缺血而产生的内皮溃疡也可以成为形成血小板血栓的一个病灶，该处可以产生血小板栓子并随血流进入静脉系统。根据以上所述，可以见到，多数粘着性较高的血小板可以到达静脉吻合处并很可能粘附在该处能引起血栓形成的物质上。

血流的紊乱

仅血液流动紊乱这一种因素即足以引起血小板沉积在血管壁上（Didisheim，1968）。有人发现在正常小鼠主动脉上自发产生的血栓具有弯曲的外形，表明在血流的漩涡处形成血小板聚集物（Jorgensen，Haerem 及 Moe，1973）。血管壁表面凹凸不平可以打乱血液正常的分层流动，从而形成一个“停留在原处的漩涡”（Leonard，1972）。这个漩涡内的血液在原地不断旋转，几乎完全脱离了血液循环。由于此漩涡内血液的搅动，血细胞受到损害并择出二磷酸腺苷，后者会进一步刺激血小板，使其容易发生聚集（Jorgensen，

Haerem 及 Moe，1973)。能诱发血栓形成的因素在漩涡内逐渐增多，可以刺激血液中血小板及促凝血物质。血小板在二磷酸腺苷及/或凝血酶的作用下，可以粘附在看来是正常的内皮细胞上。观察表明，肋间动脉开口处的外侧是容易发生血小板聚集的部位，推测这可能是该处血流的形状所致。实验中应用一个同样形状的容器(内壁表面用硅酮处理)使血流通过，发现在同一部位有同样形式的血小板沉积，证实了以上推测（Jorgensen 等，1973)。在血管成锐角弯曲处和血流由直径较小的近端血管流入直径较大的远端血管处，血流的搅动都会增加（图 4·1）(Fox 及 Hugh，1966)。在临床上，从较大动脉成

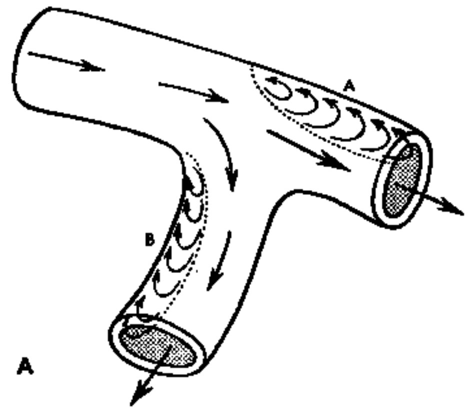


图 4·1A 在血管分枝处发生血流搅动的部位（A及B）。在这些部位进行小血管吻合时，形成血栓的危险性增加

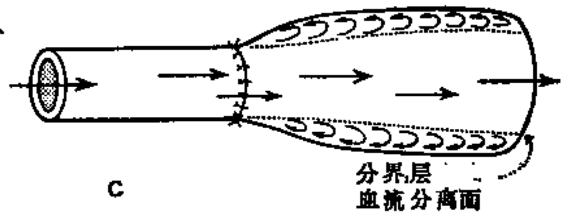


图 4·1C 血液由直径较小的近端血管流入直径较大的远端血管时，产生图中所示的血流搅动

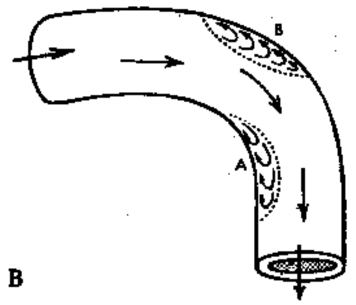


图 4·1B 在血管弯曲的角度较小时发生血流搅动的部位（A及B）

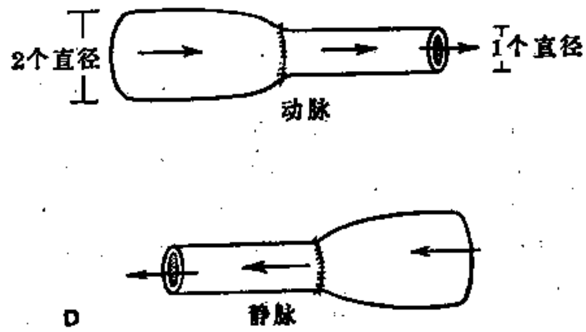


图 4·1D 血液从较大的血管流入较小的血管，但其直径不能超过小血管的二倍

直角分出来的小动脉或Y形分叉处的小动脉都不宜作为组织移植用的动脉，因为这些血管容易发生阻塞，发生阻塞的原因与这些血管起源处周围血流的特性（能使血小板致敏并激活凝血物质）有关。

（陈加尔）

参考资料

Acland, R. (1972) Prevention of thrombus in microvascular surgery by the use of magne-

sium sulphate. British Journal of Plastic Surgery, 25, 292-299

Acland, R. (1973) Thrombus formation in microvascular surgery, an experimental study of the effects of surgical trauma. Surgery, 73, 766-771.

Astrup, T. (1956) Fibrinolysis in the organism. Blood, 11, 781-806.

Baxter, T. J., O'Brien, B. McC., Henderson, P. N. & Bennett, R.C. (1972) The histopathology of small vessels following microvascular repair. British Journal of Surgery, 59, 617-622.

Branemark, P. I., Jacobson, B. & Sorensen, S. E. (1969) Microvascular effects of topically applied contrast media. Acta Radiologica Diagnosis, 8, 547-559.

Buncke, H. J. & Blackfield, H. M. (1963) The vasoplegic effects of chloropromazine. Plastic and Reconstructive Surgery, 31, 353-362.

Didisheim, P. (1968) Inhibition by dipyridamole of arterial thrombosis in rats. Thrombosis et Diathesis Haemorrhagica, 20, 257-266.

Elcock, H. W. & Fredrickson, J. M. (1972) The effect of heparin on thrombosis at microvenous anastomotic sites. Archives of Otolaryngology, 95, 68-71.

Flanc, O., Kakkar, V. V. & Clarke, M. B. (1968) The detection of venous thrombosis of the legs using 125 I-labeled fibrinogen. British Journal of Surgery, 55, 742-747.

Fox, J. A., & Hugh, A.E. (1966) Localisation of atheroma; based on boundary layer separation. British Heart Journal, 28, 388-399.

Gimbrone, M. A., Aster, R. H., Cotran, R. S., Corkery, J., Jandl, J. H. & Folkman, J. (1969) Preservation of vascular integrity in organs perfused in vitro with a platelet rich medium. Nature, 222, 33-36.

Ham, J. M. & Slack, W. W. (1967) Platelet adhesiveness after operation. British Journal of Surgery, 54, 385-389.

Ham, J. M. & Slack, W. W. (1968) The effect of small doses of heparin on platelet adhesiveness and lipoprotein-lipase activity before and after operation. British Journal of Surgery, 55, 227-230.

Ham, J. M. & Slack, W. W. (1969) Lipoprotein lipase activity in patients before and after minor surgical operations. Clinica Chimica Acta, 25, 417-422.

Hayhurst, J. W. (1975) Factors influencing patency rates. Symposium on Microsurgery. In press. St. Louis; C. V. Mosby Co.

Hayhurst, J. W. & O'Brien, B. McC. (1975) An experimental study of microvascular technique, patency rates and related factors. British Journal of Plastic Surgery, 28, 128-132.

Hayhurst, J. W., O'Brien, B. McC., Ishida, H. & Baxter, T. J. (1974) Experimental digital replantation after prolonged cooling. The Hand, 6, 134-141.

Honour, A. J., Pickering, G. W. & Sheppard, B. L. (1973) The fate of mural thrombi produced by injury in the ear artery of the rabbit. British Journal of Experimental Pathology, 54, 608-614.

Horn, J. S. (1969) The reattachment of severed extremities. In Recent Advances in Orthopedics, ed. Apley, A. G. pp 47. London; Churchill.

Jorgensen, L., Haerem, J. W. & Moe, N. (1973) Platelet thrombosis and non-traumatic intimal injury in mouse aorta. Thrombosis et Diathesis Haemorrhagica, 29, 470-489.

Kaplan, E. N., Buncke, H. J. & Murray, D.E.(1973) Distant transfer of cutaneous island flaps in humans by microvascular anastomoses. Plastic and Reconstructive Surgery, 52, 301-305.

Ketchum, L. D., Wennen, W. W., Masters, F. W. & Robinson, D. W. (1974) Experimental use of Pluronic F86 in microvascular surgery. Plastic and Reconstructive Surgery, 53, 288-292.

Kleinert, H. E., Kutz, J. E., Atasoy, E., Neale, H. W. & Serafin, D. (1975) Replantation of non-viable digits: 10 years' experience. Journal of Bone and Joint Surgery. in press.

Lendvay, P. G. (1973) Replacement of the amputated digit. British Journal of Plastic Surgery, 26, 398-405.

Leonard, E. F. (1972) The role of flow in thrombogenesis. Bulletin of the New York Academy of Medicine, 48, 273-280.

MacMillan, D. C. & Sim, A. K. (1970) A comparative study of platelet aggregation in man and laboratory animals. Thrombosis et Diathesis Haemorrhagica, 24, 385-389.

Majno, G. & Palade, G. E. (1961) Studies on inflammation. 1. The effect of histamine and serotonin on vascular permeability, An electron microscopic study. Journal of Biophyscial and Biochemical Cytology, 11, 571-605.

Mehl, R. L., Paul, H. A. & Shorcy, W. D. (1964) Patency of the microcirculation in the traumatically amputated limb-a comparison of common perfusates. Journal of Traumatology, 4, 495-505.

Mustard, J. F. & Packham, M. A. (1970) Thromboembolism: a manifestation of the response of blood to in jury. Circulation, 42, 1-21.

O'Brien, B. McC. & Hayhurst, J. W. (1976) Principles and techniques of microvascular surgery. In Plastic and Reconstructive Surgery, ed. Converse, J. M. Philadelphia: Saunders. In Press.

O'Brien, J. R., Tulevski, V. G., Etherington, M., Madgwick, T., Alkjaersig, N. & Fletcher, A. (1974) Platelet function studies before and after operation and the effect of postoperative thrombosis. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 83, 342-354.

O'Sullivan, E. F. & Vellar, L. D. A. (1974) The experimental evaluation of prophylaxis in venous thrombosis by the use of antiplatelet agents. The Australian and New Zealand Journal of Surgery, 44, 415-419.

Panolfi, N., Nilsson, I. M., Robertson, B. & Isacson, S. (1967) Fibrinolytic activity of human veins. Lancet, ii, 127-128.

Samuels, P. B. & Webster, D. R. (1952) The role of venous endothelium in the inception of thrombosis. Annals of Surgery, 136, 422-438.

Sawyer, P. N. & Srinivasan, S. (1967) Studies on the biophysics of intravascular thrombosis. American Journal of Surgery, 114, 42-60.

Schwartz, S. J. & Richardson, J. W. (1961) Prevention of thrombosis with the use of a negative electric current. Surgical Forum, 12, 46-48.

Sharnoff, J. G, Bagg, J. F., Breen, S. R., Rogliano, A. G., Walsh, A. R. & Scardino, V. (1960) The possible indication of postoperative thromboembolism by platelet counts and blood coagulation studies in the patient undergoing extensive surgery. Surgery,

Gynaecology and Obstetrics, 111, 469-474.

Spaet, I. H. & Gaynor, E. (1970) Vascular endothelial damage and thrombosis. Advances in Cardiology, 4, 47-66.

Spaet, T. H., Gaynor, E. & Stemerman, M. B. (1974) Thrombosis, atherosclerosis and endothelium. American Heart Journal, 86, 661-668.

Stemerman, M. B. & Spaet, T. H. (1972) The subendothelium and thrombogenesis. Bulletin of the New York Academy of Medicine, 48, 289-301.

Todd, A. S. (1958) Fibrinolysis autographs. Nature (London), 181, 495-496.

Tranzer, J. P. & Bumgartner, H. R. (1967) Filling gaps in the vascular endothelium with blood platelets. Nature (London), 216, 1126-1128.

Virchow, R. L. K. (1846) Weitere Untersuchungen Ueber die Verstopfung der Lungenarterie u. ihre Folgen. Beitrage zur Experimentale Pathologe und Physiologie (Berlin), 2, 1-226.

Virchow, R. L. K. (1907) In Briefe an Seine Eltern, 1839 bis 1864. Hrsg. von Marie Rabl. 2 Aufl. pp. 244. Leipzig, Engelmann, W.

Wojcik, J. D., Van Horn, D. L., Webber, A. J. & Johnson, S. A. (1969) Mechanism whereby platelets support the endothelium. Transfusion, 9, 324-325.

Ygge, J. (1970) Changes in blood coagulation and fibrinolysis during the postoperative period. American Journal of Surgery, 119, 225-232.

Zucker, M. B. (1972) Platelet function. In Hematology, ed. Williams, W. J., Beutler, E., Erslev, A. J. & Rundler, R. W. New York, McGraw Hill Book Co.

5. 小血管外科的基本技术

早在1564年 Pare 就做了血管结扎术，但过了200年，1759年 Hallowell 才第一次用金属针贯穿缝合血管创缘以修复血管，将每个金属针用线做了结扎(Guthrie 1912)。1889年 Jassinowski 用细致的间断缝合修复人的血管裂伤(Hershey 和 Calnan 1967)。他主张缝合血管不能穿过内膜。1896年Briau (Hershey 和 Calnan 1967) 报告用狗的颈动脉作周径吻合。Carrel (Carrel 1902) 提供用三点固定法吻合血管。在本世纪初期，Carrel 和 Guthrie 在血管修复和组织移植方面做了大量工作，为近代血管外科及移植外科打下基础。后来由 Guthrie 在血管外科一书中做了总结，该书于1912年出版。虽然在临床手术中使用显微镜的越来越多，但应用到小血管外科上却推迟了50年。

1948年 Shumacker 和 Lowenberg 报告用管径细到3.2毫米狗的动脉做吻合，获得较高的通畅率。他们同时研究各种缝合方法，再次肯定用简单、间断缝合的方法通畅率最高。他们成功地修复血管，激发了很多外科医生对研究小血管的兴趣。Seidenberg 及其同事，首先共同致力于小血管（1.5～3.0毫米）范围的血管修复。他们由于缺少精细的缝合材料和手术中未用放大镜而遇到阻力（Seidenberg, Hurwitt 和 Carton 1958）。

显微镜做为辅助工具应用到小血管修复中，是一大进步，它显示近代血管外科已经到来。Jacobson 和 Suarez (1960) 用的显微镜放大到25倍。他们报告吻合26条管径为1.6至3.2毫米的血管，通畅率为100%。这激发了很多外科医生进一步研究小血管外科领域的问题（表5·1）。

Chase 和 Schwatz (1962) 报告，他们做了将近800小动脉吻合的研究。他们强调无创技术、实验室内连续训练和良好助手的重要性。7-0丝线是可用的最细的线，在狗的肱动脉中（1.2～1.7毫米）获得好的通畅率（Chase 和 Schwartz 1962, 1963）。

在前章所叙述过的，由于细小缝合针线的改进和小血管外科经验的积累，O'Brien 等报告了58条家兔动脉（平均直径约1毫米）通畅率为81%，42条静脉(平均直径从1.0至1.25毫米）通畅率为90%。全身曾使用肝素，术后从1至16周间隔地检查血管通畅情况。

由于技术进一步提高，缝合针线进一步改进，Hayhurst 和 O'Brien (1975) 在50条家兔股动脉（平均直径0.9毫米）中获得98%的长期通畅率；在50条静脉（平均直径约1.1毫米)中，其手术当时通畅率为98%，长期通畅率为80%（表5·2)。在各不同时间静脉堵塞的百分比亦列出（表5·3)。虽然所包括的数目从统计学意义来说太小，但手术第二周以后的结果，似乎已明显改进。进一步探讨50例静脉表明，通畅情况之所以进步，是由于吻合时多缝了数针。评定直径1毫米血管的真正通畅率，应该在术后第二周做检查。进一步吻合了25条静脉，平均直径1.1毫米，手术当时通畅率为100%，到手术后第二周，发现有92%通畅（表5·2)。Fujimaki 等 (1975) 用大白鼠实验做26条动脉，直径0.5毫米，术后8至10天时通畅率为85%。

表5·1　以前发表过的小血管修复实验的摘要

著　　者	血管直径（毫米）	测定通畅的时间	通畅率	血管数	抗凝剂	动物
动脉						
Ts'ui等	3.1～5.0	1～32天	100%	5	无	狗
Ts'ui等	3.1～5.1	1～32天	86%	24	无	狗
Ts'ui等	1.1～2.1	1～32天	81%	43	无	狗
Hattori等	1.1～1.2	7天	35%	51	无	狗
Ts'ui等	0.7～1.0	1～32天	41%	6	无	狗
Hattori等	1.0	7天	32%	38	无	狗
Hattori等	0.8～0.9	7天	7%	45	无	狗
Ts'ui等	0.3～1.0(平均0.67)	1～32天	73%	22	全身用新抗凝片	狗
O'Brien等	0.8～1.0	1～16周	81%	58	全身用肝素	家兎
Tamai等	1.0	3月	95%	20	无	狗
Kolar等	0.8～1.2	1周	31%	26	无	家兎
Kolar等	0.8～1.2	1周	46%	26	全身用新抗凝片	家兎
Ketchum等	0.5～1.5	0～7天	55%	42	无	家兎
Ketchum等	0.5～1.5	0～7天	86%	48	pluronic F68	家兎
Hayhurst 和 O'Brien等	0.9	3～41天	98%	50	无	家兎
Acland	0.49	1小时 (8天)	30% (90%)	20	无	大白鼠
Acland	0.49	1小时 (8天)	90% (90%)	20	3.5%硫酸镁	大白鼠
Fujimaki等	0.5	1小时 (8～10天)	77% 85%	26	无	大白鼠
Fujimaki等	0.5	1小时 (8～10天)	81% (85%)	26	20%硫酸镁	大白鼠
静脉						
Ts'ui等	1.5～3.5	17周	88%	17	无	狗
O'Brien等	1.1	1～16周	90%	90	全身用肝素	家兎
Hayhurst 和 O'Brien	1.2	1～43天	80%	50	无	家兎
Hayhurst 和 O'Brien	1.1	7～14天	92%	25	无	家兎
Tamai等	1.0	16周	90%	20	无	狗
Fujimaki等	0.4	1小时 (7～8天)	100% (94%)	32	无	大白鼠

表5·2　家兔股血管的通畅率（动脉平均直径 0.9 毫米；
静脉平均直径 1.1 毫米）

血　　管	手术当时通畅率	长期通畅率（天）
50动脉	100%	98%(3～41)
50静脉	98%	80%(3～41)
25静脉	100%	92%(7～13)

表5·3 静脉堵塞的百分比与检查时间的关系
（平均直径1.1毫米）

手术后天数	检查静脉数	静脉堵塞数	堵塞百分比
3～7	15	3	20.0
8～14	17	5	29.4
15～26	6	1	16.6
35～41	12	1	8.5

小血管吻合

体位与准备

不锈钢制的手术桌，约宽61厘米，高76厘米，四个坚固的腿，腿脚上套有橡胶套，非常适合于手外科手术和动物实验。此桌的高度允许外科医生很舒适地坐着看显微镜。手、前臂和肘放在桌上时与所要吻合的血管呈直角。当吻合血管时，前臂尽可能与血管在同一水平面上。可用折叠的消毒单巾来进一步垫托前臂和手（图5·1A）。可以将临床用的臂托（Henderson, O'Brien 和 Pericic 1970）连接到手术桌上做为附加托架，有时很有用，特别是用于头颈部手术（图5·1B）。它支托前臂的范围是从肘到掌骨头，使肌肉的作用力减少到最小。因为此托架可以向三个不同方向活动，所以可以保证术者的手有较大的活动范围。

如果术者坐椅的高度准许术者不用强迫体位即可以看显微镜时，他就能很轻松地集中精力来作吻合。椅子的高度需要随时调节，而且要能按照术者的意愿容易调节。蔡司厂出的手术椅具有舒适的软坐和靠背（图5·1C），可以水平向或垂直调节。从地板到坐垫的最低高度约为61厘米，最高为78厘米。术者或手术室中其他工作人员，可用脚转动一个不光滑的塑料盘，使椅坐在水平或垂直方向调节。椅坐与下面部分紧密连接，可免于晃动。三个脚闸（每个有四种功能）具有弯曲的不光滑的表面。有一电缆可将椅子连接到专用特制架子上或天花板的装置上。

显露

为充分得到显露化费一些时间不是浪费。术者在小血管吻合过程中花费很多精力，常是因为显露不好。从一个舒适的体位上，术者观察所要吻合的血管应无任何阻挡。挡住术者做小血管吻合的皮肤边缘或突出的皮下组织，要用牵引线或自动拉钩牵开，这样可以省出助手的手来，以便更好地协助手术。为了使血管断端有足够长度的适当显露，有时应做附加切口。血管外膜必须切断，保持剪刀平行于血管或用弯剪刀切取。

操作技术

应该在实验室中获得及保持熟练的小血管吻合技术。小血管外科医生在做第一例临床病例以前，在小血管吻合方面可以很幸运地成为熟练的专家。小血管外科医生在做临床血管吻合以前，在动物实验中，对1毫米小血管吻合的通畅率应能达到90%以上。需要高度的操作技巧，一旦获得这种技巧，靠定期操练可以很容易地保持。只具有能熟练地做小血管吻合的能力，还不足以称其为小血管外科医生，但对外科医生来说，这是一个基础，在这基础上，他可以继续积累经验和判断能力，以成为一个完全的小血管外科



图 5·1A　手及前臂用折叠的消毒单巾很好地垫托起来

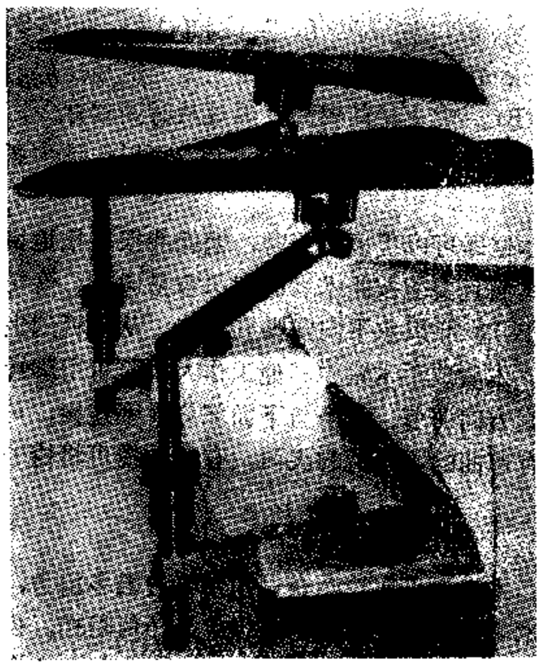


图 5·1B　双臂托架用万能接头连接到手术台头部

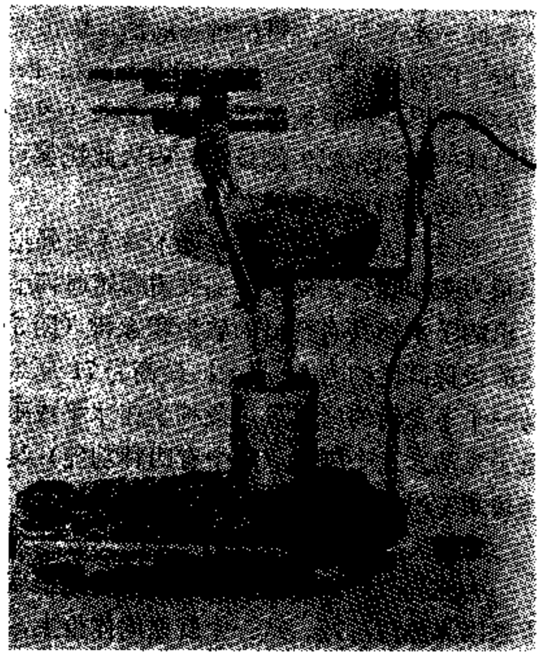


图 5·1C　蔡司厂手术椅具有臂托架，脚闸控制升降和调焦以及一个用脚操作的不光滑的塑料盘以调节椅子的高度

小血管外科技术要点

1.吻合具有正常血流的正常血管	轻柔持拿组织充分清创
2.血管口径相同	
3.血管张力要小	无折曲、无扭转
4.推荐端对端吻合	适当的缝合张力及针距

医生。临床上血管外科病例，不单纯是血管问题，而是整个的修复问题，需要广泛的技术知识。一个训练有素的助手和熟悉显微外科的护士，是顺利进行小血管吻合的重要成员。

吻合正常血管

在所有小血管外科中，这是最重要的原则。如果不是吻合正常的血管，将不可避免地导至血液流动障碍及高度血栓形成的危险。

轻柔持拿组织

在小血管外科中，轻柔持拿组织的必要性必需十分强调。尽可能地避免夹捏准备吻合的血管的断端，只能允许夹捏少量的疏松外膜组织（图5·2A）。小静脉可以耐受适当的持拿操作，包括牵拉、夹捏，但它不能经受用镊子或止血钳粗暴的持拿（Acland, 1972b）。



图 5·2A　只夹捏血管的外膜组织

彻底清创

接受移植的血管，常是靠近或位于受伤部位，有时移植的血管本身就受创伤，如断指或断肢再植。这些血管，应该用高倍手术显微镜仔细观察，以寻找需要做进一步清创的损伤征象。具有凝血块的任何血管，因其不正常，均应切除。然后冲洗管腔，但不要插管入内。仔细观察内膜壁上有无沉积的纤维素。这种沉积的纤维素，可成为血小板栓塞形成的发源处，故其出现，表明此处血管应做清创，否则，血栓形成将不可避免。

仍需观察血管内部，注意在血管被捻挫处的远近端常常见到内膜撕裂或内膜"发皱"现象。这种现象提醒应进一步清创，直到在镜下观察不再有损伤为止。数厘米的血管可能要切除。在撕脱的断指和断肢再植中的不良结果，常归咎于断肢(指)远端和近端血管清创不彻底。血管断端常常处于痉挛状态，小心地插入一珠宝工所用的Ⅱ号镊子，轻柔

地从两个相互垂直的方向张开镊子，痉挛可得缓解，使缝合容易。

彻底清创后，从血管断端可见强有力的搏动性出血。需要插入导管始有出血，说明近端血管有损伤，动脉应进一步切除直到出血通畅为止。放入导管可致成血管内皮剥离，于是会暴露产生凝血酶原的内皮下组织（Sawyer 等 1973)。

血管口径相同

血管口径不相符合，直到相差百分之一百，常能够满意地吻合；只需将小管径的血管扩张，必要时可将血管斜形切断以获得对称的口径。除此而外，斜形吻合没有特殊意义。有时可桥接一段静脉，使其两端的管径接近所要与之吻合的血管，如此可以解决这一问题。

血管张力要小

吻合口近端血管状态的变异，可诱发吻合口堵塞。可能由于变异部分引起血小板反应并激发凝血促进剂（Leonard, 1972；Jorgensen, Haerem 和 Moe, 1973)。

血管两端的张力要小。用可调节靠拢的血管夹将血管两端拉拢，以便缝合，但张力不能过大。

血管的任何折曲或扭转，会使血流从吻合处倒流，诱发吻合口堵塞。最好靠调节接受移植和被移植血管，减少其张力，以免发生这些情况。血管也不要过长，以免致成折曲或扭转。注意当将血管置于皮肤缝合口或其他组织下面，在闭合这些组织时，勿使血管折曲或扭转。

端对端吻合

端对端吻合值得提倡，象前边描述过的，常常是在血管口径相同时有可能这样做。偶尔也需要做端对侧吻合。

适当的缝合张力和针距

缝合张力

适当的缝合张力特别重要，尤以小动脉的缝合更是如此。缝线结扎过紧造成管壁小的裂伤，暴露内皮下层、细胞壁及细胞内容；所有这些导致血小板反应、集聚、碎裂而引起栓塞形成（MacMillan 和 Sim, 1970；Spaet 和 Gaynor 1970)。缝线结扎过紧，还可造成动脉壁中层损伤。假若中层存活不到三分之一，则内皮不能重新覆盖，随之吻合口势必堵塞（Baxter 等，1972；Spaet, Gaynor 和 Stemerman, 1974)。

保证动脉的缝线不要结扎得太紧，当打完三个结后，通过透明的动脉壁将能看到一个小“缝线圈”（图 5·10)。此圈的直径与动脉壁的厚度大致相同。在缝线结扎后此圈仍然存在，表明缝合的动脉壁部分没有绞窄。

应用血管夹并调节使之靠拢，所以开始缝合时张力小（图 5·2B)。手术野要持续保持湿润，用温肝素化盐水或林格氏溶液冲洗，所有血液要冲洗干净，以减少血管痉挛。在血管后边放上适当颜色的背景，动脉用黄色塑料片，静脉用暗绿色的。黄绿色的塑料片可做为动脉和静脉通用的背景（图 5·3)。血管断端清创后由助手用肝素化盐水冲洗血管（1000u/100 毫升）（图 5·4)。血管外膜不剥离，将少量血管周围组织牵拉下来，并剪除适当量以免妨碍血管缝合（图 5·5)。选择实际可用的最细缝线吻合血管。

以中指支托，用拇指及示指将针持拿在写字位置。将针放在手术野中，用针持将针夹起，夹在针的中部，针尖指向所需要的方向。假若方向不正确，用左手的镊子将针夹

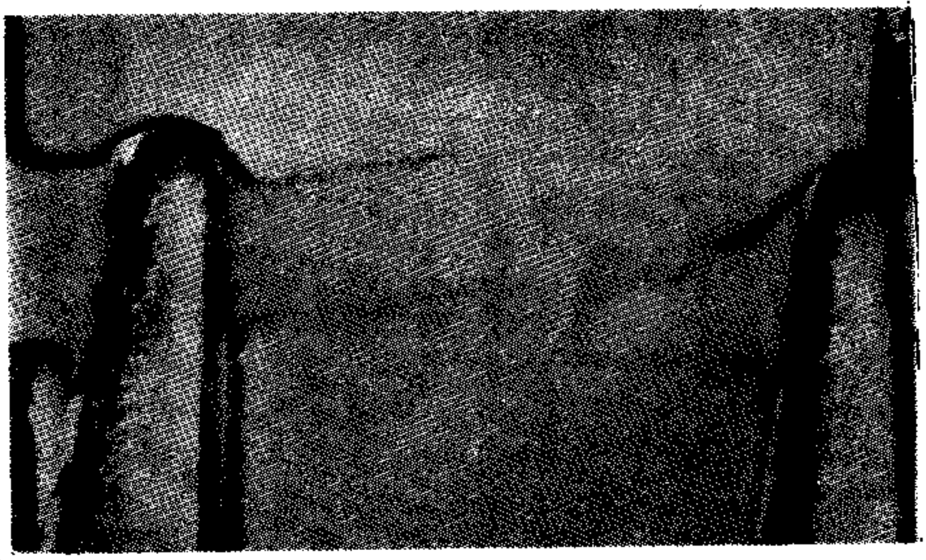


图 5·2B　切断的动脉直径0.8毫米，用双小血管夹固定

稳，再用针持重新将针夹在正确位置。在临床中某些困难情况下，针持需要做多至180°的旋转动作以进行缝合。针持最自然的位置是其弯的尖端指向右侧，与针尖的方向相反。最自然的动作范围是在写字的位置上旋转30°以内。拖着的长线放在右侧，如此可以成直线地牵拉经过吻合口。头两针牵引缝线相距120°(Cobbett, 1967)(图5·6)。此种



图 5·3A　在家兔的股动脉上，用镀金属尼龙显微缝合针线，缝第二针牵引线。血管直径0.8毫米，衬以黄色背景



图 5·3B 吻合家兔股静脉的前壁，直径 1.0 毫米，用镀金属尼龙显微缝合针线，血管衬以黄色背景



图 5·4 冲洗血管断端



图 5·5 将血管周围组织牵拉超过血管断端并剪除

双成角技术，能使血管后壁坠离前壁，从而减少牵挂上后壁的可能性。假若头两针缝合在 180° 的位置上，则后壁不能适当地坠离前壁（图 5·7）。确实，在 180° 位置的缝线经牵拉后，会使后壁紧贴前壁，将前后壁缝在一起的情况不易避免。假若有怀疑时，当针刚穿透一层壁时，将针从血管断端间拔出，然后再缝对侧血管。用五号珠宝镊子夹血管较好，同时，在放大 15 倍左右的显微镜下，观察管腔，与管壁成直角下针，穿透管壁全厚层。同样方法可用在对侧，可用针的尖端试验。通过血管壁应能清楚地看到呈现淡蓝色的针（图 5·8）。

当准备从对侧血管壁拔出针时，正在针尖下从管壁外给一些对抗力量，以便操作。针持沿着针体滑向针和线结合处，将针尖向上，使针有足够长度，以便从远端血管表面

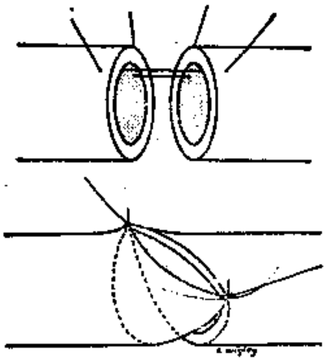


图 5·6　牵引缝线在 120° 位置上缝合，以便使后壁边缘壁离开

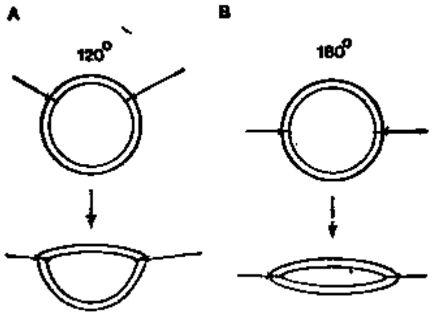


图 5·7 A. 牵拉两个牵引缝线，不能匀称地拉平后壁
B. 牵拉缝在180°位置上的牵引缝线，导至后壁变平，缝合前壁时存在着缝上后壁的危险



图 5·8　通过动脉壁的全厚可看到针

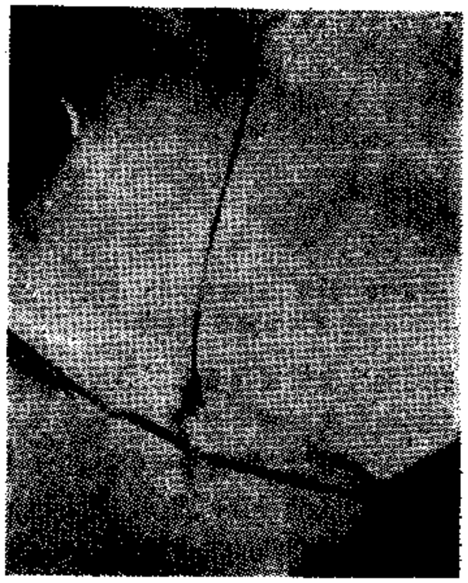


图 5·9　在家兔的股动脉上，正在 120° 的位置处缝合第二针牵引线，动脉直径 0.8 毫米。牵引线留长

穿出。不应夹在针的尖端部以免损伤。当从对侧血管往外拔针时，应该顺着针的曲线拔，以免扩大针孔。左手的镊子帮助针持，用以牵引缝线直到线的短头进入视野。助手在距离缝线末端 5～10 毫米处夹住线的短头。将缝线长的一端放在一旁，用左手的镊子在靠近吻合处轻柔地夹住缝线，这样在打结时能较容易地打线圈。然后将手术显微镜调成低倍，用小针持进行打结。先打一个绕双圈线的结，随后再打两个绕单圈的结；或打三个绕单圈线的结。线的短端和吻合处保持水平位置和同等焦距以便完成打结。线的长端必需有足够的长度用来打圈，但同时还必需包括在显微镜视野内。针持保持在靠近短线端。长线端在靠近针持的前端松松地绕一圈，短线端由助手夹好并横放着，术者用针持夹住短端，拉过线圈打结。打第二结时动作与此相反，打第三个结时同第一结的动作。

除牵引线外，缝线的两端要剪短，如此，当缝下一针时可免于牵挂该线，或伸入管腔。有些医生强调用两端带针的缝线，但这是浪费贵重缝合材料。牵引线的一端留长，以便缝合时作牵引用（图5·9）。将针放回手术野的适当部位，以便缝合下一针时夹持。第三针在前两针之中间缝合，需要时再加针缝合（图5·10）。翻转血管夹，将一个牵引线从部分缝好的动脉下牵拉过来，以暴露开口的血管后壁(图5·11)。在其中点缝合一针后，以同样方法缝合完后壁。

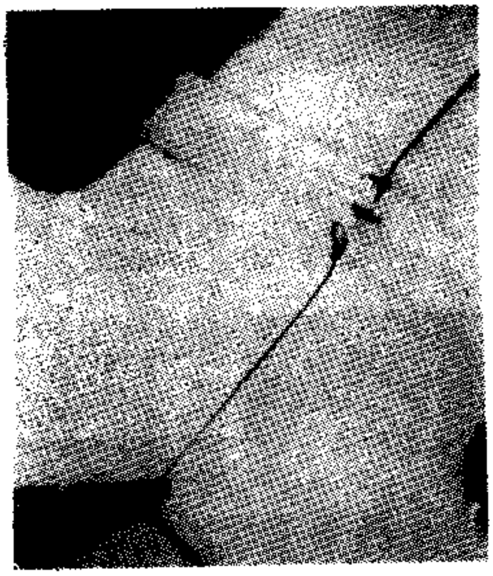


图5·10 前壁上已缝合三针。其中一个可清楚地看到线圈

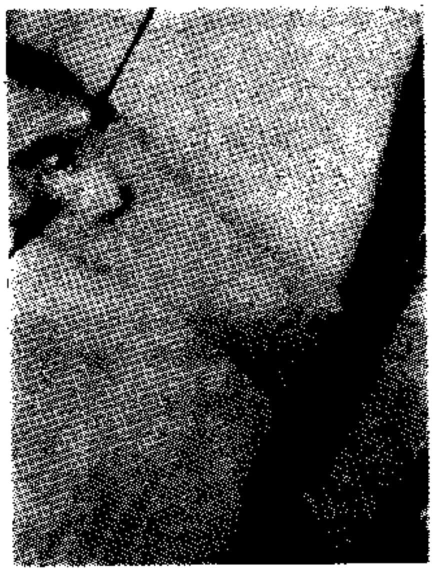


图5·11 血管夹已翻转过去，血管后壁开口的边缘很清楚

有时缝合血管需在受限制的腔洞内进行，不允许满意地翻转血管夹以缝合血管后壁。在这种情况下，允许先从后壁开始缝合，先缝后壁中心点的一针（图5·12）。然后在其两边各缝一针，随后，逐渐绕周径缝完一圈。与此同时，注意缝线的适当间距。

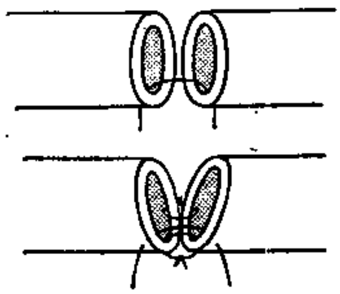
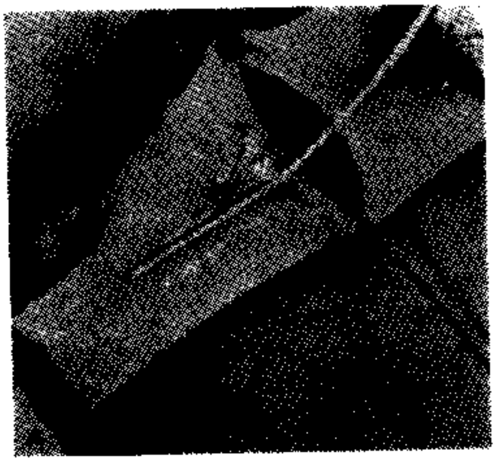
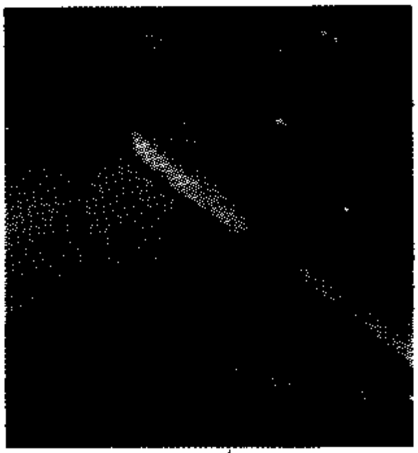


图5·12 在受限制的腔洞中，从前方入路缝合血管后壁边缘

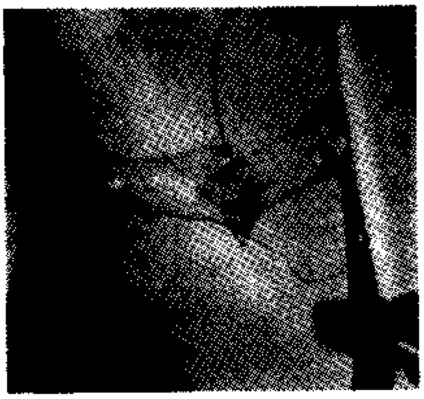
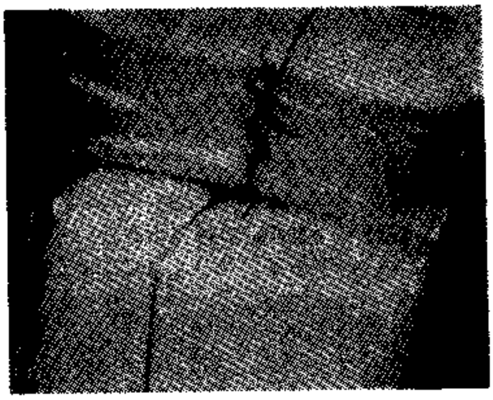
缝合张力过大，可致成管壁坏死，必需避免。动物实验证明，动脉较静脉更为危险，因为在静脉吻合口或其附近时常可见到较大片的管壁坏死，而没有致成堵塞。这些静脉重新生长内皮细胞也较晚，有时迟至术后三或四周发生（Baxter 等 1972)。缝合小静脉常比小动脉困难，尤其是动物实验中更是如此。塌陷的静脉可用肝素化盐水冲洗张开，然后可用5号珠宝镊子小心地夹捏血管外膜。用同样方法作吻合(图5·12)，常是先将吻合口远端的血管夹放松。直径1毫米的血管的满意吻合，常需作6～8针简单间断缝合（图5·13)。

缝线间距

正确均匀的缝线间距，对做好血管吻合来说很重要。缝线的间距根据血管的大小，管壁的厚薄，所用缝线的粗细以及血管的压力即是动脉还是静脉来定。缝合小动脉和小静脉合理的缝线间距不同。

A. 缝合直径1毫米静脉后壁的中点一针，用19微米镀金属的尼龙显微缝合线
B. 静脉后壁将缝完，小针持夹住尼龙丝上镀金属的针

C. 缝合直径1毫米静脉后壁的最后一针已缝好，用右手中的持针器和左手中的5号珠宝镊子正在打结
D. 后壁缝合完毕



图5·13　小血管缝合结果，标尺是用毫米测量

动 脉

对做好小动脉吻合来说，管壁中层是关键。经过管壁的每一针线，都致成一定的损

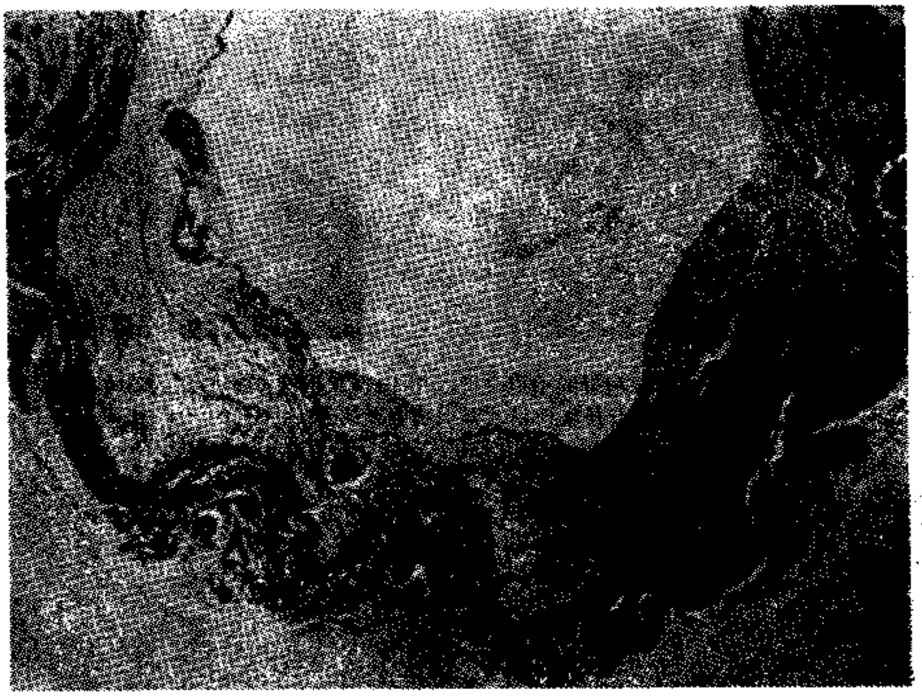


图 5·14A 狗的股动脉在吻合处（10-0 尼龙线）通畅。内弹力板不连续，轻度内膜下增殖。吻合后28天取活检，在鏡下手术（G. A. F. ×225）



图 5·14B 狗的股动脉在吻合处（7-0 絲线）通畅。缝合线密集并围绕以坏死区。中度内膜下增殖及中层和外膜坏死。吻合后13天活检，未用显微鏡手术（H. E×300）

伤，并干扰血管正常的生理。贯穿动脉壁全层的垂直的缝合，比企图避免穿破内膜而做贯穿较长的一段中层的斜的缝合损伤要小。

一般说来，血管越大缝线的间距越大。主要由于大血管的壁都较厚实。一些大静脉壁都薄，较同样大小具有较厚管壁的动脉，缝线间距需近些。细的缝线需缝得密些。用



图 5·15A　用 19 微米尼龙镀金属的针线准备缝合，0.5 毫米的动脉。标尺为毫米

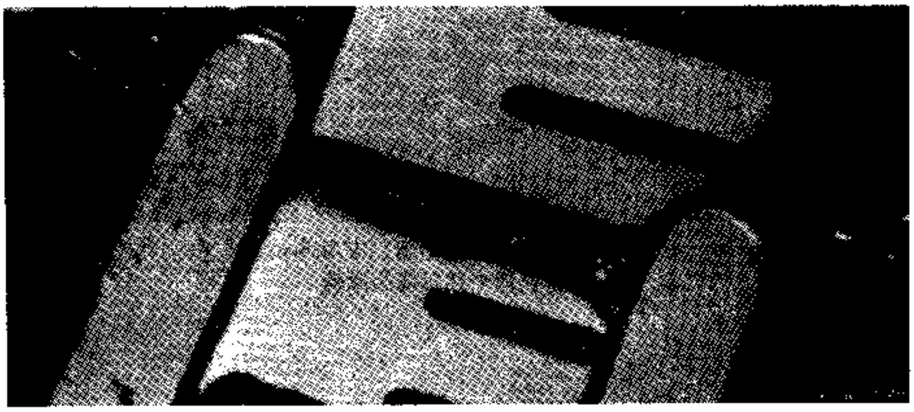


图 5·15B　同上动脉吻合完毕，血管夹未放松

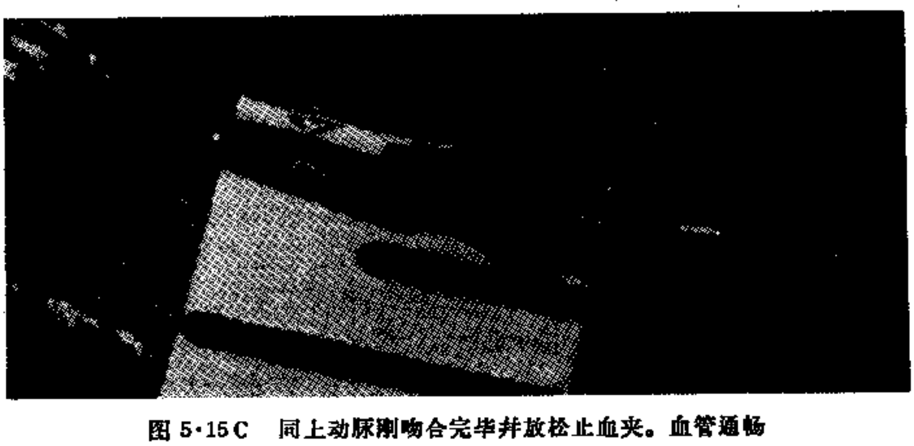


图 5·15C　同上动脉端端吻合完毕并放松止血夹。血管通畅

小针线在适当的放大镜下缝合，较用粗针线在低倍放大镜下缝合损伤要小（图5·14）（Henderson 等 1975）。

所要吻合的血管的血流压力，也影响缝线间距，同样大小的动脉较静脉缝合得要相对地密些，因为动脉血流压力高，有漏血趋势。

每一针缝线对管壁都造成损伤，并且增加吻合口堵塞机会。缝线尽可能要少，以避免干扰正常血管的生理和损伤血管。但另一方面，动脉缝合过稀时，将招致吻合口长时间出血。因此，缝合动脉的目标，缝线尽可能要少，但最终不能使其漏血（图5·15）。用下面的“袖套”技术，可允许将动脉缝得较稀疏些（Mclean 和 Buncke, 1973）。用一小薄片塑料膜做成“袖套”包绕动脉吻合口，小心的用 Scoville Lewis 氏夹将其夹住，持续钳夹三分钟（图5·16）。再有少量出血，用纱布轻压即可止住。

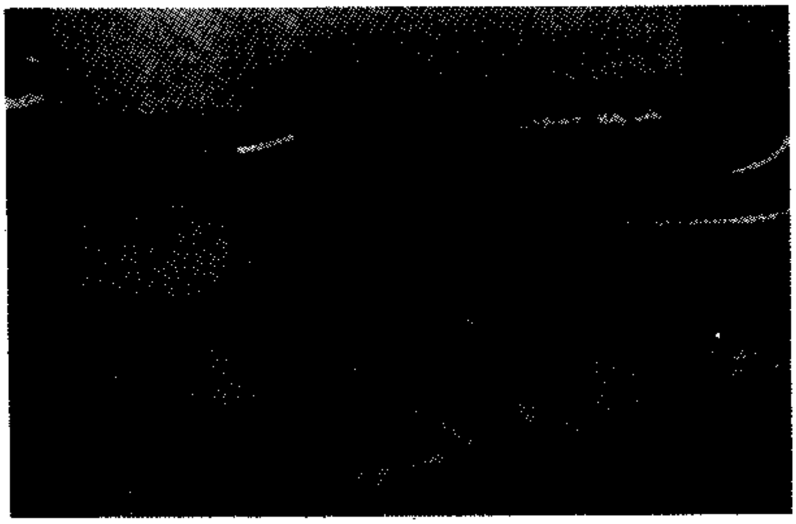


图5·16 用“袖套”包绕0.8毫米动脉。应用 Scoville Lewis 氏夹牢靠地夹住包绕的薄膜

静　　脉

在静脉吻合中，有关缝线间距有不同理论。假若用吻合动脉的同样方法吻合静脉，但吻合静脉应试图减少缝合针数。吻合1毫米的静脉，可少到缝合四针，吻合口一般可以在数分钟内不漏血。但这不是好的技术。在血流压力低的静脉中，较宽的缝线间的裂隙很快被血小板的栓子和血块充满。这些堵塞的栓子会使吻合口的有效管腔变窄，易导致堵塞。

静脉吻合通畅率的提高，可以依靠仔细地做静脉端对端的吻合再加减少缝针数而获得（Hayhurst 和 O'Brien 1975）。静脉吻合摆列缝线间距的准则，应是使血管断端边缘严密对合。应该是没有犹豫地，吻合1毫米的静脉适当缝合针数常是8针左右（图5·17）。忧虑缝线过密和避免张力缝合，是吻合静脉的第二要点。“袖套”技术对静脉没有帮助，因其在血流压力低的血管中可使吻合处趋向狭窄。

一些外科医生认为，在血运完全建立以前应从吻合口放掉一些血液。但在很多成功的断指再植病例中，首先吻合静脉，去掉所有血管夹，允许近端血液流经吻合口至再植

的断指中，而未见有不良反应。动脉侧的血流一旦建立，再植指中的血液即被循环的血液冲走。血液循环开始后，虽然止血带仍可以再充气，但一般的做法是，如果吻合口需要补针以止漏血，可用小心吸血的办法而不用再中断血流。

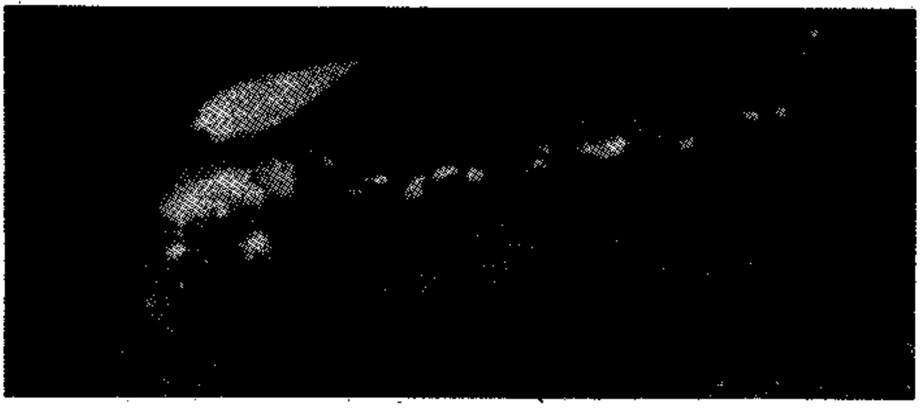


图 5·17　纵形剖开 1 毫米静脉的吻合处，显示缝线均匀的间距

端对侧吻合

端对侧吻合适应证很少，但可以做，或者用于一个分支从根部自动脉主干上切断，或者用于管壁上有较大的横切口，切口张开程度足以做吻合用。主干血管用两个单血管夹或一个双血管夹夹住，一个单的力量小的血管夹用于移植的血管。先缝合后壁，缝两针牵引缝线，随后循序做间断缝合（图 5·18）。这些间断缝合经常从管腔内向外穿针，线结打在管壁外边，看需要做适量的缝合（图 5·19）。有时侧方血管可以翻转，则后壁可在管腔外做缝合。然后再用间断缝合法缝完前壁，开始时在前壁正中缝一针。先松开两个血管的远端血管夹，然后放开近端的，随之建立血运。

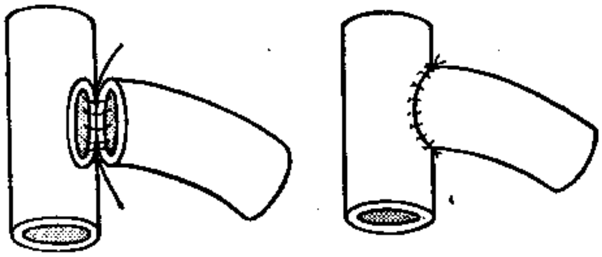


图 5·18　端对边吻合用间断缝合法

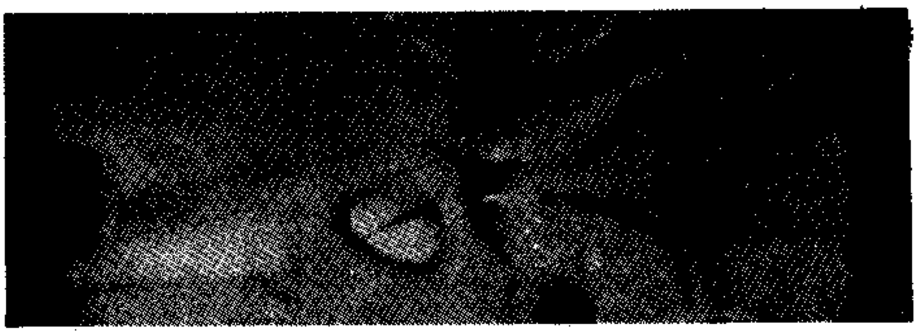


图 5·19 A　端对边吻合 0.9 毫米动脉，用 10-0 尼龙线做第二针牵引缝合



图 5·19B 缝合同一动脉。缝完后壁后，正在用 10-0 尼龙线缝合前壁中间一针

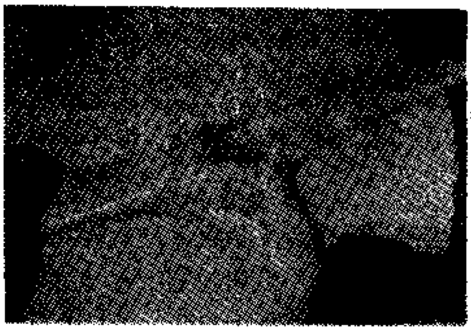


图 5·19C 同一动脉前壁已缝完

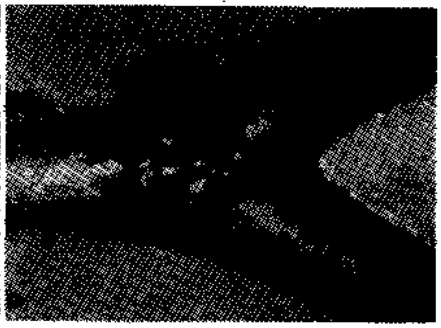


图 5·19D 放松止血夹吻合口通畅

吻合的评定

假若移植部血运明显良好，其远端创面有回血，如此则可假设所有血管吻合满意。假如血运显示不足，从移植部临床征象可以指示是原发于动脉抑或静脉的问题。应该检查血管，不要发生折曲，如有血管痉挛，应该局部应用 1～2% 罂粟硷。不要按摩血管，等候数分钟后再检查血管。如果痉挛持续存在，应该用镊子及 Westcott 氏弯剪刀剥离外膜。做这一操作时，如有可能应将手术部位放低，如此常可缓解痉挛。假如经过这些保守措施之后，血运仍不能建立，那末，吻合口要重新检查。在吻合口远端做一通畅试验（图 5·20)。用 2 号珠宝镊，刚好在吻合口的远端夹住血管，夹的力量恰好阻断血流。再用另一个 2 号珠宝镊子把血管的下游血液挤空。用远离吻合口的镊子继续闭锁血管，把靠近吻合口的镊子放松。假若吻合口通畅，血流迅速流经吻合口而充满空的一段

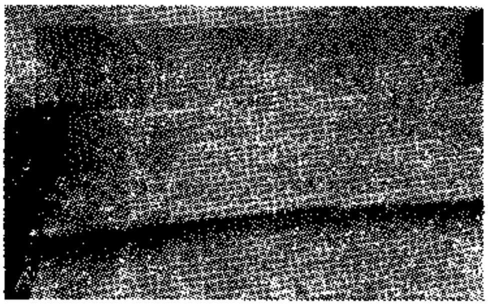


图 5·20A 通畅试验。在吻合口远端将两个 2 号珠宝镊子之间的一段血管挤空

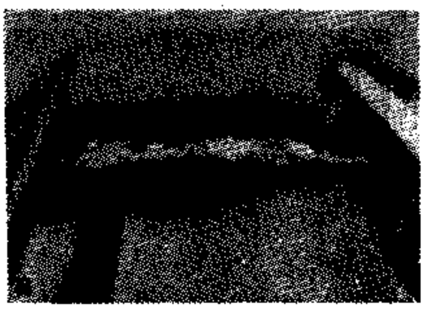


图 5·20B 放松近端的镊子，血液立即充满空的一段血管，显示吻合口通畅

血管。这一试验只用于对血管的通畅仍持有怀疑时。若是吻合口不通畅，差不多可以肯定是由于小血管吻合有缺点所引起。去除堵塞的栓塞而希望能保持吻合口通畅是不够的。如此处理栓塞，血管常常在短时间内重新堵塞。任何有缺点的吻合口必需截除，再做更好的吻合。对小血管吻合在技术上是否可靠，外科医生的判断对成功与否是最重要的。血管痉挛的程度和血管外面与其接触的血液的多少是次要问题（表5·4）。

表5·4 外科医生主观测量家兔股静脉的通畅情况
（平均1.1毫米）

吻合	静脉数	堵塞数	堵塞百分比
A_1	1	0	0
A_2	39	7	17.9
A_3	8	2	25.0
A_4	2	1	50
痉挛 S_1	7	1	13.8
S_2	35	7	20.0
S_3	8	2	25.0
S_4	0	0	0
血 B_1	0	0	0
B_2	36	7	19.4
B_3	11	3	27.3
B_4	3	0	0

注：静脉吻合技术水平（A）；静脉痉挛程度（S）；静脉外表接触血液量（B）；1＝优或少量；2＝良或轻度；3＝一般或中度；4＝劣或多量

抗凝治疗

高的通畅率可依靠良好的血管（直径约1毫米）吻合来获得，而不用抗凝治疗（Hayhurst 和 O'Brien, 1975; Hayhurst, Mladick 和 Adamson, 1975）。

动物实验带小血管带的皮瓣移植和阴茎再植，不用抗凝治疗，而获得优良结果（吻合1毫米血管）（O'Brien 和 Shanmugan 1973; Hayhurst 等 1975; Horton 等 1975）。

在实验性小血管研究中，一些作者提出用抗凝剂可以提高通畅率，如肝素，新抗凝素和 Pluronic F68（Elcock 和 Fredrickson 1972; Kolar, Wieberdink 和 Reneman 1973; Kelchum 等 1974）。临床方面，一些小血管外科医生，几乎普遍感到在断指再植中，需要一些不同形式的抗凝治疗（O'Brien 等 1973$_{a,b,c}$; Lendvay, 1973; Buncke, 1974; Hayhurst., 1975; Kleinert 等 1975; Hayhurst 等 1975）。

全身给抗凝剂

肝素

作用机制：肝素是一种异质性粘液多醣，分子量约为6000～20000，常是由动物的肺、肝或肠衍生出来。其主要作用是防止血液凝固，抑制凝血酶元转变成凝血酶，主要靠其对凝血质产生的抑制作用。肝素用来抑制已形成的凝血酶，比防止凝血酶的生成需要大约30～40倍的药量（Goodman 和 Gilman, 1970）。

只有当给非常大量的肝素，才能使血小板对胶原和二磷酸腺苷有反应（Mustard 和 Packham，1970）。无论如何，在试管中肝素被证明能减低血小板的粘附性，但不能防止血小板粘附在血管壁的损伤部位（Salzman 1965；Negus，Pinto 和 Slack 1971）。一些人认为给一般防凝量的肝素，对血小板的功能很少或没有作用（Mustard 和 Packham 1970）。肝素被说成是由凝血酶来抑制血小板的聚集；而不是由于二磷酸腺苷（Goodman 和 Gilman，1970）。

即使是小的手术后，如疝修补术，血小板的粘附性常明显增加，应该尽早地在手术后 4 小时测定，常是在术后 48 小时达高峰（Ham 和 Slack，1967）。曾被证明，小剂量的肝素即可使增高了的血小板粘附性明显减低，注射后十分钟即可生效，药效可持续一小时以上（Negus，Pinto 和 Slack，1971）。小量的肝素，对手术前的正常的血小板粘附性没有作用。

用猴子做断指再植的实验研究中，在长时间缺血后，肝素对保持手指存活显示有作用（Hayhurst 等，1974）。在这些有限的研究中，不能判定这种有益的效果是作用在静脉抑或是动脉中，还是二者均有作用。

在用大白鼠静脉的研究中，可以看到纤维素直接沉积在内皮细胞上，并见血小板粘附到纤维素索丝中（Spaet，Gaynor 和 Goldstein，1969）。有人提出，在一些例子中，纤维素沉积可发生在血小板栓塞之前，甚或是血小板栓塞的开始。利用它防止纤维素生成的作用，肝素对预防这种血栓形成可能有效。

用甲苯胺兰，是一种肝素的特殊染色剂，还可以显示肝素对内皮细胞和细胞间粘合质有亲合力（Samuels 和 Webster，1952）。这一研究，使人觉得肝素可以防止血小板在细胞间粘合质及损伤的内皮细胞上聚合。

目前可用的有限的实验研究，对肝素能预防吻合良好的 1 毫米左右的正常动脉和静脉堵塞方面，提供的证据很少。

最近临床的研究，显示出少量肝素对减少术后静脉栓塞有好处（Kakkar 等，1971）。可能由于减少术后血小板粘附性的升高有关。

在处理断指再植中，应用过很多种类的抗凝剂，但最常用的一种是肝素（O'Brien 等，1973b；Lendvay，1973；Kleinert 等，1975；Hayhurst，1975.）。但曾报告过很多组成功的游离皮瓣，需要做小血管吻合，而没有用肝素（Harii，Ohmori，1974；O'Brien 等，1974；Hayhurst 等，1975）。对受过一些化学性或物理性损伤的动脉或静脉，肝素有助于预防堵塞。对良好的动脉并做了理想的吻合，不能期望用肝素提高其通畅率。

香豆素

作用机制：香豆素类抗凝剂是依靠防止维生素K的合成来控制血液凝集，因为维生素K是产生凝血酶元的必需物质。香豆素衍生物还能抑制第Ⅶ，第Ⅸ和第Ⅹ因子，虽然其直接作用在试管中尚未被证明，但被认为有干扰血小板粘附成块的作用（Goodman 和 Gilman，1970；Murphy 和 Mustard，1960）。

有一部分再植外科医生，做断指再植时，在手术中开始给肝素防凝血，或者在术后头几天给，给一段时间后换成口服香豆素（Kleinert 等，1975）。但他们的病例的成功率，较其它人所做的完全和不完全断肢再植的成功率为低（O'Brien 等 1973b；Lendvay，1973）。

阿斯匹林

作用机制：阿斯匹林被证明能抑制由二磷酸腺苷所引起的胶元和凝血酶的聚集（Evans, Packham 和 Nishizawa, 1967；Mustard 和 Packham, 1970），但关于这一问题还有不同意见。阿斯匹林还能抑制血小板的"释放反应"（Mustard 和 Packham, 1970）。

临床研究：在对医护人员及病人均未告知的情况下，术前每天给600毫克阿斯匹林，不能减少术后静脉栓塞的发病率（O'Brien 和 Butterfield, 1973）。但在另外一个研究中，600毫克阿斯匹林每天给四次，发现有像华法令（Warfarin）和右旋醣酐40的作用，可使术后静脉栓塞的发病率减少到10～12% 对照组为34%。在同一研究中，未发现潘生丁有作用（Salzman, Harries 和 Desanetis, 1971）。

在心脏瓣膜重建的病人中，潘生丁每天给400毫克，足以防止血小板沉积。每天加用阿斯匹林600毫克，潘生丁需要量可从400毫克降到100毫克。这表明在人体内，阿斯匹林能增加潘生丁对血小板的作用（Harker 和 Slichter, 1970）。在我们的断指再植病例中，阿斯匹林每天1克与潘生丁100毫克每天四次合用。

潘生丁

作用机制：潘生丁可口服或从静脉给，众所周知能抑制二磷酸腺苷，减少血小板聚集和血小板的"释放反应"。它还能使血小板散开（Emmons 等，1965；Mustard 和 Packham, 1970）。是一种血管扩张剂，作用可能像平滑肌松弛剂（Goodman 和 Gilman, 1970）。在我们实验室中，观察到当将潘生丁用于小血管局部时，很快发生血管扩张作用。

临床应用：在安装有人工心脏瓣膜的病人中，潘生丁被证明可以完全防止血小板消耗（Harker 和 Slichter, 1970）。在这一研究中还证明，当将潘生丁与阿斯匹林合用时，可完全防止血小板的消耗，可以减少到平常用量的四分之一（Harker 和 Slichter, 1970）。Renney, O'Sullivan 和 Burke（1975）证明，阿斯匹林（每天1克）和潘生丁（每天100毫克）合用，可减少深部静脉栓塞发病率50%。这即提示潘生丁在防止血小板栓子方面，作为预防措施是有用的（Sullivan, Harken 和 Gorlin, 1971）。潘生丁加上阿斯匹林、肝素和低分子右旋醣酐，在断指再植中已广泛应用（O'Brien 等 1973b；Hayhurst, 1975；Hayhurst 等，1975）。

用猴子作断指再植实验研究中，在长时间缺血后，单是应用潘生丁和阿斯匹林，不能防止再植失败。当与肝素合用时，对提高成活率有意义（Hayhurst 等，1974）。

由于潘生丁对二磷酸腺苷诱发的血小板聚集和防止血小板"释放反应"有药效，所以潘生丁对预防血小板消耗和聚集可能有用。当与阿斯匹林合用时更是有效，因后者还有抑制胶元诱发的血小板聚集的作用，对潘生丁药效有明显加强作用。

右旋醣酐

作用机制：右旋醣酐是一种分支多糖主链上带有葡萄糖分子的异质混合物，分子量可多达40,000,000（Godman 和 Gilman, 1970）。右旋醣酐如右旋醣酐40（平均分子量40,000）和右旋醣酐70（平均分子量70,000）均用于临床。约有20%的右旋醣酐40的分子量大于50,000，其高于肾阈。反复给右旋醣酐40，终究会导至右旋醣酐分子蓄积，而需进行代谢。较高的分子量碎片，被认为是降低血小板粘附性，减少血小板"释放反应"和聚集的活动成分（Claqett 和 Salzman, 1974；Salzman 等，1971）。右旋醣酐

被看作是与血浆蛋白作用后，在血小板外表形成一层膜，血浆蛋白是血小板聚集的必需物质。右旋醣酐还有稀释血液，减少粘稠度，改善微循环的作用。

临床应用：在髋关节成形术术后并发栓塞性血栓的研究中，发现在预防静脉血栓形成方面，右旋醣酐与华法令和阿斯匹林有同等作用(12%～14%)。发现比潘生丁(26%)及对照组(39%)好(Salzman 等，1971)。在术中给药，术后24小时左右给第二剂，在作过大手术的病人中，右旋醣酐70可使术后的血栓减少50%左右，包括临床的及死后的。药量在术后72小时达到0.4毫克/100毫升左右(Stadil，1970)。右旋醣酐40也被证明对挤压伤，电击伤和由Fogarty氏导管致成的内皮剥脱，有预防血栓形成的作用(Sawyer 等，1973)。

Pluronic F_{68}

Pluronic F_{68}是一非离子的表面活化剂，分子量大约8,000，带有亲水的和畏水的分子团。口服不吸收，没有代谢变化，给药后90分钟内从肾脏排出。被认为可以减低血小板粘附性，还可由于不经稀释血液而减少血液粘稠度，从而改善微循环。还被说成可以抑制第Ⅷ因子和Haegeman因子(Ketchum 等，1974)。

局部抗凝剂

硫酸镁：局部应用等渗(3.5%)硫酸镁，是一种血管扩张剂，并被Acland(1972)描述为一种抗凝血酶元的物质，他认为小血管修复后，若能在开始的20～30分钟内预防血栓的形成，则以后不再形成。在20条直径约0.5毫米的大白鼠动脉实验中，手术开始时肌内注射肝素(1,000国际单位/公斤)，一小时后其结果为用等渗盐水冲洗的对照组的通畅率是30%，用硫酸镁处理组有90%通畅。一周后，两组的通畅率均为90%。但Fujimaki等(1975)用直径0.5毫米的大白鼠动脉26条，实验所得结果为用等渗盐水冲过的其通畅率为77%。在8～10天作探查，通畅率升至85%。还有，在第二组中(20条动脉)，在手术开始时即肌肉注射肝素(1,000国际单位/公斤)，一小时后用等渗盐水冲过的通畅率为80%，8～10天探查时，通畅率为90%(表5·5)。在一组平均直径0.4毫米的32条静脉中，用等渗盐水冲洗，一小时后通畅率为100%，7～8天时为94%(两条栓塞)。Fujimaki等用20%的硫酸镁作实验，在一小时或8～10天后的通畅率方面，未获得任何有统计学意义的改善，即使是在手术开始前就注射肝素也是如此(表5·6)。因为Acland的两组在一周时的通畅率无统计上的差别，这说明在正常的小血管手术中，不论等渗的或20%的硫酸镁，作为抗凝血酶元的物质均没有任何价值。

表5·5　直径0.5毫米动脉的通畅率

	一小时通畅	8～10天通畅
生理盐水处理——26条动脉	20 (77%)	22 (85%)
生理盐水处理＋肝素——20条动脉(术前肌注)	16 (80%)	18 (90%)

潘生丁经常使用，因为全身给药有抗凝血酶元作用。也是一种血管扩张剂。潘生丁局部应用在小血管上，有扩张血管作用的性质还不十分清楚。这一情况在实验室中已观

表 5·6　用20%硫酸镁处理的直径0.5毫米动脉的通畅率

	一小时通畅	8～10天通畅
$MgSO_4$处理——26条动脉	21(80%)	22(85%)
$MgSO_4$处理＋术前肌注肝素——20条动脉	18(90%)	18(90%)

察到，但没有广泛深入的研究（Hayhurst 和 O'Brien，未发表的著作）。

在手术野中常用肝素化的盐水冲洗血管，但这不能改进其通畅率（Elcock 和 Frederickson，1972）。用肝素化盐水作为冲洗液的次要好处是，它可使小血管手术的手术野不像单纯用盐水冲洗那样粘。

吻合得很理想的血管，抗凝剂对获得高的通畅率不是必要的，对吻合小血管的移植手术也不是必不可少的。但是，当小血管吻合不十分满意，当小血管受有一定的损伤和在某些临床情况中，适当地应用抗凝剂可以改善通畅率，和提高移植手术的可靠性。

外科医生不能依靠目前流行的性质不肯定的抗凝剂，使吻合不好的血管得到通畅。假若术者吻合的血管不满意，应及早认识到，找出不满意的原因，作出正确判断并改进吻合，比求助于抗凝剂要好。

（王澍寰）

参考资料

Acland, R. (1972a) A new needle for microvascular surgery. Surgery, 71, 130-131.

Acland, R. (1972b) Prevention of thrombosis in microvascular surgery by the use of magnesium sulphate. British Journal of Plastic Surgery, 25, 292-299.

Baxter, Thelma J., O'Brien, B. McC., Henderson, P. N. & Bennett, R. C. (1972) The histopathology of small vessels following microvascular repair. British Journal of Surgery, 59, 617-622.

Buncke, H. J. Jr. (1974) Personal communication.

Carrel, A. (1902) La technique operatoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des visceres. Lyon Medical, 98, 859-864.

Chase, M. D. & Schwartz, S. I. (1962) Consistent patency of 1.5 mm arterial anastomoses. Surgical Forum, 13, 220-222.

Chase, M. D. & Schwartz, S. I. (1963) Suture anastomosis of small arteries. Surgery, Gynaecology and Obstetrics, 117, 44-46.

Clagett, G. P. & Salzman, E. W. (1974) Prevention of venous thromboembolism in surgical patients. New England Journal of Medicine, 290, 93-96.

Cobbett, J. R. (1967) Small vessel anastomosis. British Journal of Plastic Surgery, 20, 16-20.

Didisheim, P. (1968) Inhibition by dipyridamole or arterial thrombosis in rats. Thrombosis et Diathesis Haemorrhagica, 20, 257-266.

Elcocl, H. W. & Frederickson, J. M. (1972) The effect of heparin on thrombosis at mi-

crovenous anastomotic sites. Archives of Otolaryngology, 95, 68-71.

Emmons, P. R., Harrison, M. J. G., Honour, A. J. & Mitchell, J. R. A. (1965) Effect of dipyridamole on human platelet behaviour. Lancet, 2, 603-606.

Evans, G., Packham, M. A. & Nishizawa, E. E. (1968) The effect of acetylsalicylic acid on platelet function. Journal of Experimental Medicine, 128, 877-894.

Fujimaki, A., O'Brien, B. McC., Kurata, T. & Threlfall, G. N. (1975) Microsurgical Repair of 0.5 mm Vessels. (In preparation).

Goodman, L. S. & Gilman, A. (1970) The Pharmacological Basis of Therapeutics. 4th edition. London, MacMillan C.

Guthrie, C. C. (1912) Blood Vessel Surgery and its Applications. Reprinted by University of Pittsburgh Press, 1959.

Ham, J. M. & Slack, W. W. (1967) Platelet adhesiveness after operation. British Journal of Surgery, 54, 385-389.

Harii, K., Ohmori, J. & Ohmori, S. (1974) Free deltopectoral skin flaps. British Journal of Plastic Surgery, 27, 231-239.

Harker, L. A. & Slichter, S. J. (1970) Studies of platelet and fibrinogen kinetics in patients with prosthetic heart valves. New England Journal of Medicine, 283, 1302-1305.

Hayhurst, J. W. (1975) Complications of digital replantation. Symposium on Microsurgery. St. Louis; C. V. Mosby Co.

Hayhurst, J. W. & O'Brien, B. McC. (1975) An experimental study of microvascular technique, patency rates and related factors. British Journal of Plastic Surgery, 28, 128-132.

Hayhurst, J. W., Mladick, R. A. & Adamson, J. E. (1975) Experimental and clinical microvascular flaps. In preparation.

Hayhurst, J. W., O'Brien, B. McC., Ishida, H. & Baxter, T. J. (1974) Experimental digital replantation after prolonged cooling. The Hand, 6, 134-141.

Henderson, P. N., O'Brien, B. McC. & Pericic, L. J. (1970) Mobile arms rests. The Medical Journal of Australia, 1, 720-721.

Henderson, P. N., North, I. McL., Baxter, Thelma J., O'Brien, B. McC. & Oakes, B. W. (1975) An assessment of microvascular techniques in the anastomosis of 3-4 mm arteries. In preparation.

Hershey, F. B. & Calnan, C. H. (1967) Atlas of vascular surgery. St Louis; C. V. Mosby Co.

Horton, C. E., Devine, C., Morgan, R. G. & Hayhurst, J. W. (1975) Replantation of the penis. An experimental study in dogs. In preparation.

Jacobson, J. H. & Suarez, E. L. (1960) Microsurgery in anastomosis of small vessels. Surgical Forum. 11, 243-245.

Jorgensen, L., Haerem, J. W. & Moe, N. (1973) Platelet thrombosis and non-traumatic intimal injury in mouse aorta. Thrombosis et Diathesis Haemorrhagica, 29, 470-489.

Kakkar, V. V., Field, E. S., Nicolaides, A. N. & Flute, P. T. (1971) Low doses of heparin in prevention of deep-vein thrombosis. Lancet, ii, 669-671.

Ketchum, L. D., Wennen, W. W., Masters, F. W. & Robinson, D. W. (1974) Experimental use of Pluronic F_{68} in microvascular surgery. Plastic and Reconstructive Surgery, 53, 288-292.

Kleinert, H. E., Kutz, J. E., Atasov, E., Neale, H. W. & Serafin, D. (1975) Replantation of non-viable digits: 10 years' experience. Journal of Bone and Joint Surgery. In press.

Kolar, L., Wieberdink, J. & Reneman, R. S. (1973) Anticoagulation in microvascular surgery. European Surgical Research, 5, 52-57.

Lendvay, P. G. (1973) Replacement of the amputated digit. British Journal of Plastic Surgery, 26, 398-405.

Leonard, E. F. (1972) The role of flow in theombogenesis. Bulletin of the New York Academy of Medicine, 48, 273-280.

Mclean, D. H. & Buncke, H. J. Jr. (1973) Use of the Saran Wrap cuff in microsurgical arterial repairs. Plastic and Reconstructive Surgery, 51, 624-627

Macmillan, D. C. & Sim, A. K. (1970) A comparative study of platelet aggregation in man and laboratory animals. Thrombosis et Diatheses Haemorrhagica, 24, 385-394.

Murphy, E. A. & Mustard, J. F. (1960) Dicumarol therapy: some effects and their relationship to clotting tests. Circulation Research, 8, 1187-1199.

Mustard, J. F. & Packham, M. A. (1970) Thromboembolism: a manifestation of the response of blood to injury. Circulation, 42, 1-21.

Negus, O., Pinto, D. J. & Slack, W. W. (1971) Effect of small doses of heparin on platelet adhesiveness and lipoprotein activity before and after surgery. Lancet, i, 1202-1204.

O'Brien, B. McC. & Shanmugan, M. (1973) Experimental transfer of composite free flaps with microvascular anastomoses. The Australian and New Zealand Journal of Surgery, 43, 285-288.

O'Brien, B. McC., Henderson, P. N., Bennett, R. C. & Crock, G. W. (1970) Microvascular surgical technique. Medical Journal of Australia, 1, 722-725

O'Brien, B. McC., Macleod, A. M., Hayhurst, J. W. & Morrison, W. A. (1973a) Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomosis. Plastic and Reconstructive Surgery, 52, 271-278.

O'Brien, B. McC., Mac Leod, A. M., Miller, G. D. H., Newing, R. K., Hayhurst, J. W. & Morrison, W. A. (1973b) Clinical replantation of digits. Plastic and Reconstructive Surgery, 52, 490-502.

O'Brien, B. McC., Morrison, W. A., Ishida, H., Mac Leod, A. A. & Gilbert, A. (1974) Free flap transfers with microvascular anastomoses. British Journal of Plastic Surgery, 27, 220-230.

O'Brien, J. R. & Butterfield, W. V. (1973) Aspirin in the prevention of thrombosis. American Heart Journal, 86, 711-712.

Renney, J. T. G., O'Sullivan, E. F. & Burke, P. F. (1975) The prevention of postoperative deep-vein thrombosis using Dipyridamole (Persantin) and aspirin-a controlled trial. British Medical Journal. In press.

Salzman, E. W. (1965) The limitation of heparin therapy after arterial reconstruction. Surgery, 57, 131-138.

Salzman, E. W., Harris, W. H. & De Sanctis, R. W. (1971) Reduction in thrombo-embolism by agents affecting platelet function. New England Journal of Medicine, 284,

1287-1292.
Samuels, P. B. & Webster, D. R. (1952) The role of venous endothelium in the inception of thrombosis. Annals of Surgery, 136, 422-438.
Sawyer, P. N., Stanczewski, B., Pomerance, A., Lucas, T., Stover, G. & Srinivasan, S. (1973) Utility of anticoagulant drugs in vascular thrombosis; Electron microscope and biophysical study. Surgery, 74, 263-275.
Seidenberg, B., Hurwitt, E. S. & Carton, C. A. (1958) Technique of anastomosing small atteries. Surgery, Gynaecology and Obstetrics, 106, 743-746.
Shumacker, H. B. & Lowenberg, R. I. (1948) Experimental studies in vascular repair. Surgery, 24, 78-89.
Spaet, T. H. & Gaynor, E. (1970) Vascular endothelial damage and thrombosis. Advances in Cardiology, 4, 47-66.
Spaet, T. H., Gaynor, E. & Goldstein, M.L. (1969) Defective platelets in essential thrombocythaemia. Archives of Internal Medicine, 124, 135-141.
Spaet, T. H., Gaynor, R. & Stemerman, M. B. (1974) Thrombosis, atherosclerosis and endothelium. American Heart Journal, 87, 661-668.
Stadil, F. (1970) Prevention of venous thrombosis. Lancet, ii, 50.
Sullivan, J. M., Harken, D. E. & Gorlin, R. (1971) Pharmacologic control of thromboembolic complications of cardiac-valve replacement. New England Journal of Medicine, 284, 1391-1394.

6. 小血管修复的病理组织学

Baxter 等（1972）分析了一组动物血管修复后组织学所见，用英国家兔做实验，直接缝合血管，共 105 条股动脉及 89 条股静脉。动脉及静脉的平均直径为 0.8 及 1 毫米。手术后不同时间取血管吻合段作病理检查，时间最长者可达术后 18 周。除肉眼观察吻合部位外，还用光学显微镜进行病理组织学的检查。上述组织先用甲醛液（10%）固定，并从吻合处向近端和远端做连续切片（厚 4 微米）。切片染色用：苏木素及伊红、醛品红（Gomori，1950）、甲苯胺兰、Verhoeff 氏弹力纤维染色法及 Van Gieson 氏苦味酸同酸性品红染色法。同时还选了一些适当的组织进行电子显微镜检查。动脉段用盐水冲洗后用 4% 加缓冲剂的戊二醛（约 4℃的温度下）固定 24 小时。从血管缝合处及其近侧各取组织块做透射电子显微镜观察。标本处理包括用铬锇（Chrome osmium）（Dalton，1955）进行后固定并用 Araldite 树脂包埋。切片用枸橼酸铅（Reynolds，1963）及醋酸双氧铀染色，并在西门子 1A 电子显微镜下进行观察。

组织学特点

图 6·1 显示家兔的正常股动脉及股静脉。在进行任何小血管修复后，动脉的改变发生较静脉为早而且较为显著，因此首先加以叙述。



图 6·1　正常家兔股动脉及股静脉的横切面（苏木素及伊红染色）（×22.5）

动脉

血管断端边缘的准确对合　在肉眼看来吻合处通畅的标本中，均能见到血管断端边缘各层有准确的对合（图 6·2）。但即使在这种情况下，8～12 天时的活体检查仍能发现

在相对合的断端边缘之间有凝血块，与血管壁上一层薄的血栓相连，这个壁层血栓可占据整个管腔的周长。术后第二周时血栓收缩，平滑肌细胞侵入其中。同时还能见到新形

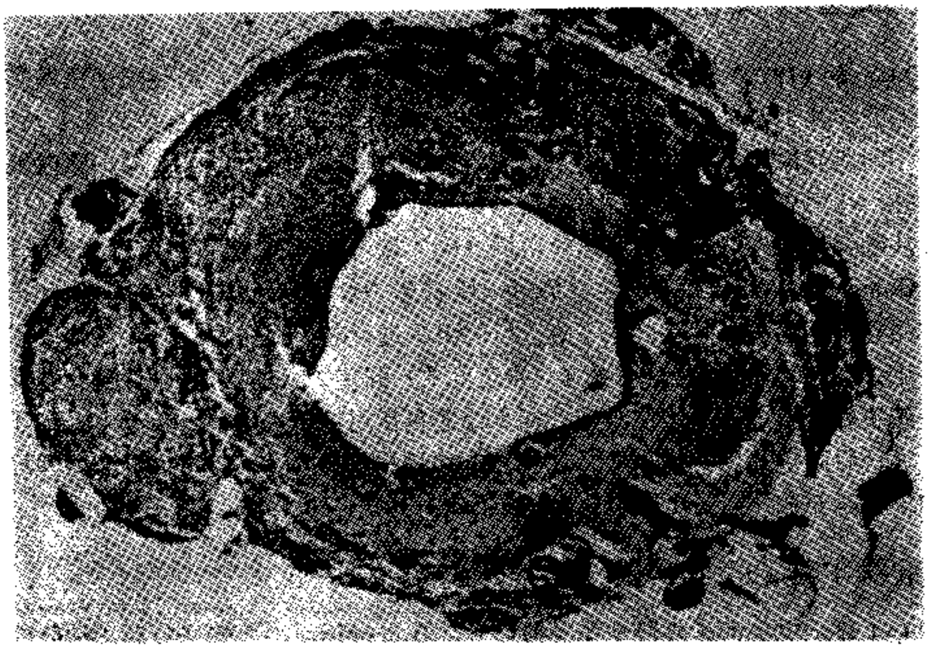


图 6·2　动脉修复二周后，吻合处横切面，血管通畅，在左侧能见到较小的壁层血栓（苏木素及伊红染色）

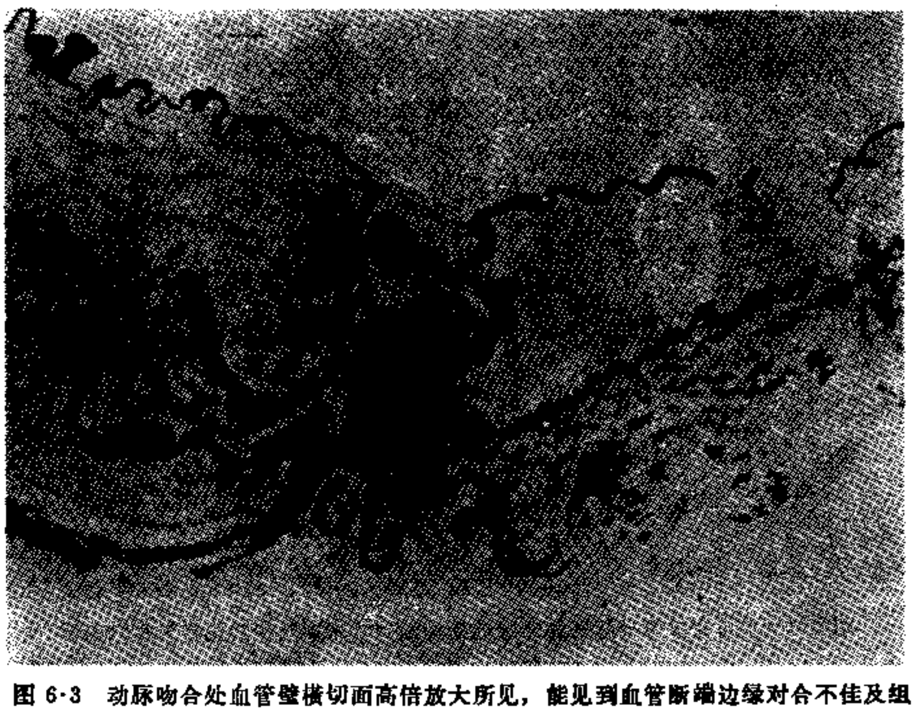


图 6·3　动脉吻合处血管壁横切面高倍放大所见，能见到血管断端边缘对合不佳及组织重叠。由于缝线打结时张力过大，导致血管中层发生变形，而血管外层则夹在两层血管中层之间。血管壁上的血栓由血管腔内延伸到上述裂隙中，内弹力板也发生破裂（Gomori氏醛品红染色）（×180）

成的弹性硬蛋白的原纤维及胶原纤维（图6·3）。此外，在这段时间内，血栓的朝向管腔的表面为内皮细胞所覆盖。

在血管断端边缘对合不准确的标本中，不可避免地形成范围较大的、部分的或完全的血栓。早在术后三日即可观察到此种情况，但有时发生的更早。血管壁组织之间的裂隙被纤维蛋白凝块所填充，一直延长到重叠的血管边缘之间并与血管腔内的血栓融合在一起。在血管腔内的血栓中形成一些间隙，其中能见到成群的新鲜血球。7天后血栓开始机化，在断端及穿过缝线孔处有小毛细血管袢由血管外层长入血栓内。在整个血栓中均能见到多数成纤维细胞，此时血栓开始再通。但如吻合时断端对合不良并有较大范围的组织断裂，特别是血管内膜受到广泛波及时，在受损的一段血管内形成的血栓，有时长时间不能再通，往往需要8～10周（图6·4）。

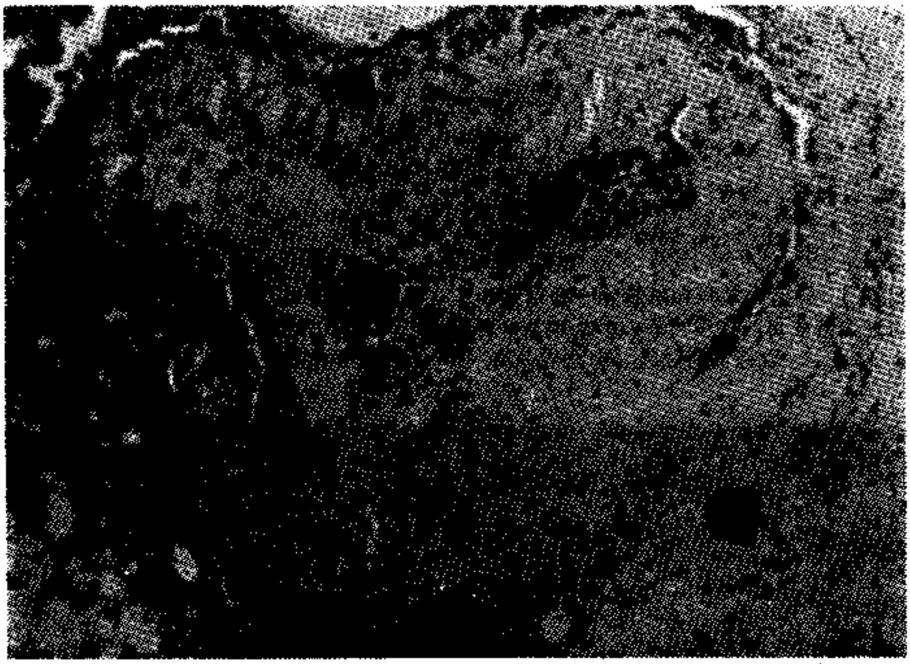


图6·4 动脉缝合处远侧横切面，可能有动脉栓塞，血液流过坏死血管外层中形成的间隙（图上方）及管腔血栓中。在整个切片中均能见到小毛细血管袢（在5点钟处最明显）。采取标本的时间，吻合后8周（苏木素及伊红染色）（×63）

血管中层破裂 造成血管中层破裂的主要原因是血管断端边缘对合不良（图6·3）和血管壁上有缝线穿入（图6·5）。缝合的针数和部位以及缝合的张力都是很重要的因素，根据缝合后组织变形的程度来判断缝合的是否适宜。在某些情况下，缝线可以将血管壁拉在一起形成扇状（图6·6），而在另一些场合缝线可以拉豁血管壁的全层（图6·7）。这些在血管壁上形成的坏死组织裂隙可能是由于缝合张力过大所致，而且经常还与血管断端对合不佳有关。

由于缝合不当而引起的细胞改变在判断血管中层变形的程度方面有一定意义。血管修复后早期（7天以内）在个别标本上能见到缝线周围有多数密度不同的细胞群，主要由丰满的成纤维细胞、平滑肌细胞及巨噬细胞所组成。很快这些细胞的数目减少，14日后多数缝线为透明坏死区所围绕（图6·8）。但在某些标本上，直到吻合后4～8周时，



图 6·5 畅通的动脉和静脉吻合处横切面，可见动脉壁上缝线分布不均和由于缝合张力过大造成将管壁"拉到一起"的现象。静脉通畅但萎陷，管壁有部分坏死及破裂。采取标本的时间：吻合后 6 周 (Gomori 氏醛品红染色) (×30)



图 6·6 畅通的动脉吻合处横切面高倍放大所见。可见有壁层血栓及由于缝线穿入而造成的动脉壁破裂。缝合的张力使血管壁呈扇状。采取标本时间：血管吻合后 1 周 (Gomori 氏醛品红染色)



图 6·7 吻合后10周，动脉通畅，有轻度内膜下增生，内膜下层内可见弹性硬蛋白组织。在3点钟部位能见到缝线，在12点钟部位能见到另一缝线豁开后造成的裂口（Gomori氏醛品红染色）

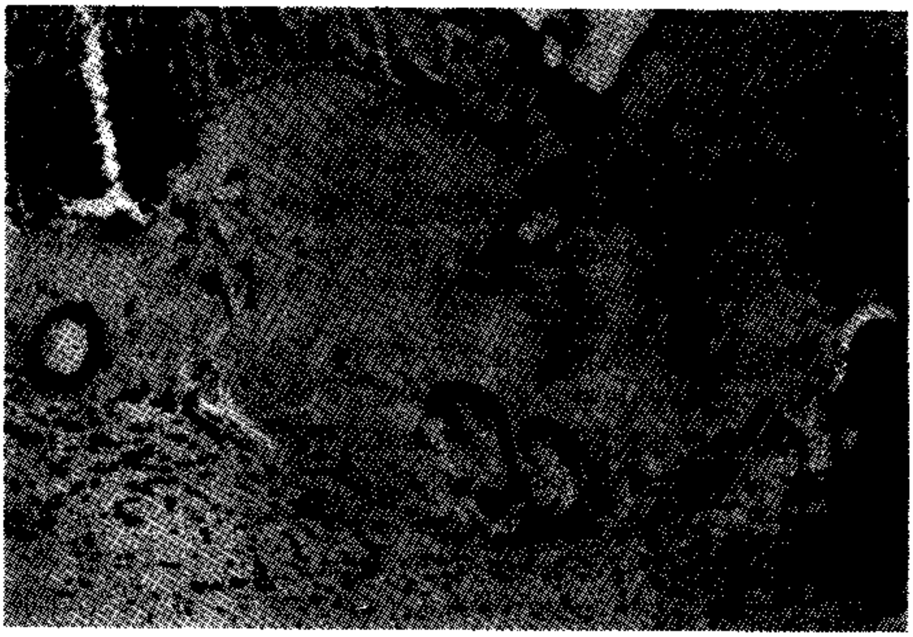


图 6·8 畅通的动脉壁横切面，高倍放大所见，显示缝合点过密，透明坏死部位融合在一起。采取标本时间：血管吻合后6周（苏木素及伊红染色）

细胞的变化较坏死改变更为显著。在缝线密集处（图6·8）或缝线过多处（图6·5），组织坏死的范围最大。在这种情况下，几个坏死的部位往往融合在一起并波及血管壁的一部分。日后血管中层能否保存活力，在很大程度上取决于上述机械性断裂的程度。

内膜下增生 血管中层保存多少活力，看来是决定血管吻合成功与否的一个关键性

因素。由于间断缝合时缝线穿过吻合处血管壁的全层，因之总得穿透中层，不可避免地破坏了内弹力板的连续性。血管中层及内弹力板受损害后的修复和重建表现为中层的增生性反应，称之为内膜下增生（图6·5；图6·9）。这种重建的速度及效果直接取决于血管吻合后血管中层组织存活的多寡。如果血管中层有⅓失去活力即不会出现增生，这段血管会毫无例外地出现栓塞（图6·4）。在观察中发现，在缝合处发生完全栓塞的血管上，见不到有活力的血管中层及内膜下增生。在极少数情况下，于栓塞部位近侧和远侧约300微米处作切片时，在血管畅通的一段内能见到某种程度的内膜增生，该处的中层没有明显损害。



图6·9 吻合后7周时畅通的动脉横切面高倍放大所见，显示内膜下层内弹力板断裂及弹性硬蛋白纤维及肌肉纤维的增生。图中还能见到缝线

在一个畅通但沿管腔周边均有壁层血栓的血管中，手术后一周时即能见到血栓在管腔内的边缘已为尚不成熟的内皮细胞所覆盖。在壁层血栓中能见到中层细胞、成纤维细胞、弹性硬蛋白的原纤维及胶原纤维。这些细胞是通过内弹力板上的裂口进入血栓的（图6·10）。过一段时间后所见到的细胞为按纵向排列的平滑肌细胞及成纤维细胞。应用Gomori氏醛品红染色可以看到微细的弹性硬蛋白的原纤维（图6·3）。在电子显微镜下能见到弹性硬蛋白的成份，早期表现为孤立的团块或紧靠平滑肌细胞的、较长的微细原纤维。在2～4周时平滑肌细胞的数目逐渐超过成纤维细胞，弹性硬蛋白的原纤维的染色也逐渐加深。这些细胞和原纤维沿血管的周径及长轴蔓延到离缝合处上下各250～300微米处。同时原纤维聚集在内膜下浅层中（图6·11）。有时内膜下增生甚为明显，以致能造成严重狭窄（图6·12）。

在4～6周的时间内，原纤维的密度不断增加，达到足以形成新的内弹力板的程度。电子显微镜检查证实了此点，在电子显微镜下弹性硬蛋白团块融合在一起形成弹性硬蛋白板层，周围有典型的周边性微细原纤维。新形成的内弹力膜的宽度为2～2.5微米。原

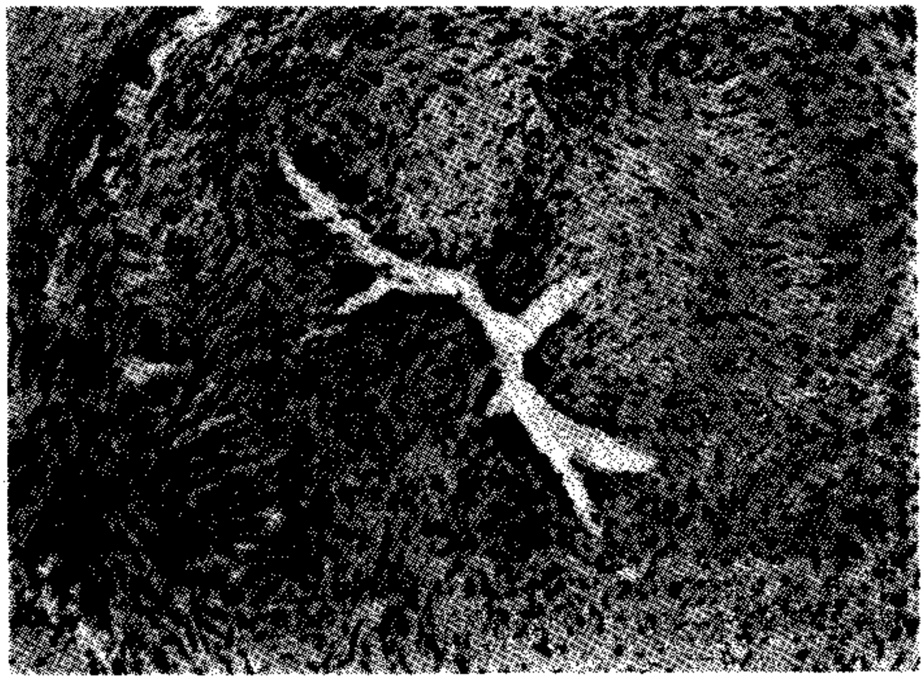


图 6·10　术后 6 周时仍畅通的动脉横切面高倍放大所见，显示明显的内膜下增生。在两侧能见到将增生部分与中层分开的陈旧内弹力板残余部分



图 6·11　动脉壁横切面高倍放大所见，显示内膜下增生中有大量弹性硬蛋白，原纤维聚集在血管壁接近管腔的部分，形成新的内弹力板。采取标本时间：血管缝合后 8 周（Gomori 氏醛品红染色）



图 6·12 巨大的管腔内血栓机化。在机化的管腔内血栓与陈旧的内弹力板之间有一空隙将二者明显分开。本图右上角的空洞原为缝线，在制备标本时脱落（苏木素及伊红染色）

来破碎的内弹力膜残余部分仍清晰可见（图 6·5），原来破裂最宽处，新形成的原纤维最多。

在某些血管中，内膜下增生沿血管周径的分布并不平均，在内弹力板破裂最严重处，中层的成分也最多。

有时增生的过程比较杂乱，可以形成一些乳头状突起伸入血管腔内，使血管内径减少许多。这些乳头状增生物有时可互相交错形成一种网状结构将血管分隔成 3 或 4 个单独的管腔但并没有曾发生过血栓的迹象。

血管外膜的损害　血膜外膜的损害包括吻合前切断动脉、穿入缝线及使用动脉钳等操作时造成的损伤。组织学检查未发现任何表明外膜被拉入管腔内、进入血管断端间或缝线造成的孔道内的迹象。

为了判断血管钳对血管壁的影响，在实验中将一动脉用血管钳夹一小时（并未切断），一周后做病理检查。在该血管上能见到某种程度的外膜破裂及坏死，在一小段血管内能见到有两层弹力板（图 2·7），但未见中层受损。第 7 日时能见到小毛细血管袢及多数成纤维细胞进入受损的外膜内，使坏死部位发生机化。吻合的动脉在 4～8 周作病理检查时，通常能见到已完全机化。但如损害部位较广泛则修复过程要慢的多。

静脉

总的来说，静脉吻合后的修复过程与动脉相仿，上述影响动脉吻合的四个因素对静脉吻合也同样重要，但静脉与动脉相比仍有某些不同之处，列述如下：

1. 血管断端的准确对合，对于静脉较之动脉更为重要。吻合一周后病理检查时发现栓塞的静脉在每一标本上均能见到断端对合不佳。

2. 虽然经常能见到静脉几乎全部坏死，但血管仍保持畅通（图 6·5）。

3. 多数静脉都有某种程度的狭窄，但这并不显著影响最终静脉的畅通。

4. 静脉修复的速度较之动脉显著为慢。直到4～6周时才能见到壁层血栓上有明显的内皮细胞再生。继之出现内膜下增生，但不如动脉那样明显，这与静脉管壁内中层成分较少有关。

讨论

实验表明，血管断端边缘的准确对合是保证血管吻合成功的首要条件。修复过程的下一步是血管断端之间的凝血块及壁层血栓的机化。同时有血管内膜细胞增生，血栓表面为内皮细胞所覆盖。

这种机化过程取决于血管中层的活动程度。检查所见表明，最小限度的中层损害是保证血管修复成功最主要的单一因素。根据一系列病理组织学的改变来看，在手术操作最细致的情况下，血管组织仍不免受到一定程度的破坏。

需要强调一点，即血管断端的正确对合是吻合后第一周内防止血栓形成的最重要因素。吻合时如能防止组织重叠，则覆盖血管断端的壁层血栓将会很小，断端对合不良在静脉内较之动脉更容易引起血栓形成，这可能与静脉壁较为脆弱有关。缝合的方式及缝线打结后的张力都是取得断端对合良好的重要因素。

术后8～12天时，动脉内皮细胞开始覆盖壁层血栓的管腔内部分，但在吻合静脉时，4周后才能见到此种情况。有关动脉修复时内皮细胞的再生问题，无论在速度上或细胞来源上都有一些不同的见解。一般说来，恢复原来内皮细胞状态所需的时间，根据不同的报导，最短24小时（Buck，1961），最长2周（Murray，Schordt 及 Berg，1966）。Poole，Sanders 及 Florey（1958）则报告兔主动脉内膜的破损在33周后尚未完全愈合。有关新生内皮细胞的来源，目前有两种主要看法：①血管内膜表面由未受损害的内皮细胞的生长所修复。这些细胞从缺损的边缘向中心发展，逐渐覆盖失去内膜的部分（Poole等，1959）；②血管壁细胞的破损处，由血循环中的单核细胞进行修复（Ghani 及 Tibbs，1962）。由于观察到血管修复早期的管壁细胞与巨噬细胞（Buck，1961）或平滑肌细胞相似（Nomura，1970），因此有人提出另外一些见解。Zweifach（1959）认为血管系统的细胞具有一些性质相反的能力，随其所在部位而改变。这个见解给对此问题的认识增添了混乱。本书作者的实验研究表明，新生的内皮来自血管断端边缘附近的内皮细胞，是这些细胞繁殖和蔓延的结果。

血管中层是小血管修复时最重要的血管壁组成部分。中层反应包括细胞增生及弹性硬蛋白的原纤维的形成，后者的功能是内弹力板的再建。这一过程对于血管的圆满修复是非常必要的。作者主张使用“内膜下增生”这个名称来说明上述过程，以区别于来自血管内膜或内皮细胞的反应。上面谈到的增生肯定来源于中层，当新的内弹力板重建完毕后，细胞成分及细胞外组成部分都恢复其在内膜下的位置。

在一周终了时，这种增生已在充分进行，在血管壁血栓中能见到明显的中层细胞及弹性硬蛋白的原纤维。这些增生的细胞开始移动，可以通过内弹力膜到内膜下并产生微细的弹性硬蛋白的原纤维。这些原纤维越来彼此相靠越紧，在内皮细胞下“压缩”，最后形成新的弹力板。在中层破坏不是十分严重的情况下，上述中层反应的强度与组织损害程度成正比。内弹力板破裂最严重时，增生也最明显。有人认为这些增生的细胞是发生变化的平滑肌细胞。Buck（1961）也提到这些细胞是“处于不同程度间变（dedifferentia-

tion）的平滑肌细胞"。根据以前的一些作者的报导，此种细胞增生始于10～14日（Buck，1961；Murray 等 1966；Dauies，Woolf 及 Bradley，1969）。仅 Buck 谈到在此段时间内有弹性硬蛋白的形成。

Bunting（1939）曾提出一种见解，认为成长中的结缔组织在不断地受到交替的牵拉和松弛的作用时，可以产生弹性组织。他这个结论是根据以下事实得出的，在心肌梗塞及胸膜粘连后形成的瘢痕组织中可以见到致密的弹性组织。Williams（1970）的研究支持上述见解。Friedman 及 Byers（1965）在家兔主动脉内膜损害后发现，横的裂伤在愈合后有明显增生，而纵的裂伤则仅有轻微的细胞反应。Bjorkerud（1969）认为这种区别是由于横的裂伤要承受较大的血液动力学应力。

Murray 等（1966）很重视平滑肌细胞在修复过程中的作用，但忽略了形成弹性硬蛋白的重要性，这是因为以往认为只有在血管疾患时才能见到新形成的弹性硬蛋白。Dible（1966）正确地指出，那种认为新生的弹性硬蛋白是原来的内弹力板发生分裂的产物，并将其称为"增生的弹性内膜"的看法是不准确的，实际上是新形成的弹力板。

本书作者的研究表明，内膜下增生是修复过程的一部分，其发生是不可避免的。此外，内弹力板及中层较严重的破裂可以导致过度的增生，继之造成血管腔的狭窄或分成几个管腔。综上所述，显然要防止上述结构遭受过多的损害，以免引起过度反应。要达到此点，操作应轻柔，应使用微细缝针及缝合材料，限制缝合的针数，结扎缝线时要仔细调节张力。动脉钳的类型和钳力也有很大重要性，应限制其使用时间。

手术时采用显微镜放大及适当的器械可以达到上述目的。

小血管修复的扫描电子显微镜所见

小血管手术后组织修复的病理组织学检查要靠在缝合处及其远、近侧作多数薄的组织横断面切片（Baxter 等，1972）。如除此之外还能观察一下血管壁的表面，则更有助于对内皮再生及修复各阶段的了解。

扫描电子显微镜由于放大倍数较大及影象的立体感，为进行此种观察提供了有利条件。为了进行扫描电子显微镜检查，需要将所缝合的血管作特殊处理，后面将加以叙述。

本文所介绍的材料是一项规模较大的扫描电子显微镜观察研究第一阶段的结果。进行此项研究的单位是墨尔本市 St. Vincent 医院显微外科研究组及墨尔本大学眼科。在这两个单位提出的医学科学学士论文中（Fonaa，1972）曾有这方面的初步研究，本文的材料在某些方面是该研究的继续。

材料和方法

在下面介绍的研究中，采用了兔的动脉及静脉作实验。兔的平均体重为2.74公斤，动脉外径平均为1毫米，静脉外径平均为1.25毫米。切断血管后进行修复，总的手术时间为9～15分钟，平均10分钟。每个血管缝合7～9针，使用10-0尼龙缝线，每针间断缝合都穿进血管腔。术后在不同时间取10毫米长，以缝合处为中点的一段血管做检查。

取下标本后，沿纵向将其切开，用大头针固定在软木板上，管内壁面向上，浸入加 Sorenson 氏缓冲液（0.15克分子/升，pH 7.2）的3%戊二醛溶液中进行固定。在整个制备过程中，标本一直钉在软木板上。

用 Sorenson 氏缓冲液进行短暂的冲洗后，将标本浸入加缓冲液（0.15克分子/升）

的1％四氧化物*溶液行后固定一小时，温度4℃，再用缓冲液冲洗，并在逐渐增加浓度的酒精中进行脱水，无水酒精要更换三次。

标本用氧化丙烯冲洗5分钟，在等份的氧化丙烯及液体樟脑萜中浸泡30分钟，温度45℃，继之在液体纯樟脑萜中于45℃再浸泡30分钟（根据 Watters 及 Buck 提出的方法，1971）。通过真空蒸发使组织内的樟脑萜升华。去掉大头针，将组织粘在有导电银片（该片在真空内镀金）的标本台上，最后用 Cambridge Stereoscan Mark Ⅱ 型扫描电子显微镜进行观察。

结果

在正常对照组的标本上，静脉和动脉外形相似。内皮细胞按血管长轴排列，能见到成团的微细绒毛（特别在动脉组织），绒毛一般围绕位于中央、外形稍长的细胞核。内皮细胞之间的连接处表现为稍有隆起的边缘，上有小的突出部分（图6·13及6·14）。在高倍放大下（图6·15）能见到细胞浆的条索由一细胞拉向另一细胞，这可能由于用大头针固定标本时，细胞间受到牵拉所致。在镜下能见到组织在宽度方向有些折叠，无疑这是由于动脉濒死前管壁内弹力板收缩所致。



图6·13　对照组静脉。兎的正常股静脉。多数内皮细胞形成一个平片，每个细胞的轮廓（细胞间连接线）表现为沿其长边能见到小的突出部分。在某些细胞中能见到细胞核（×715）

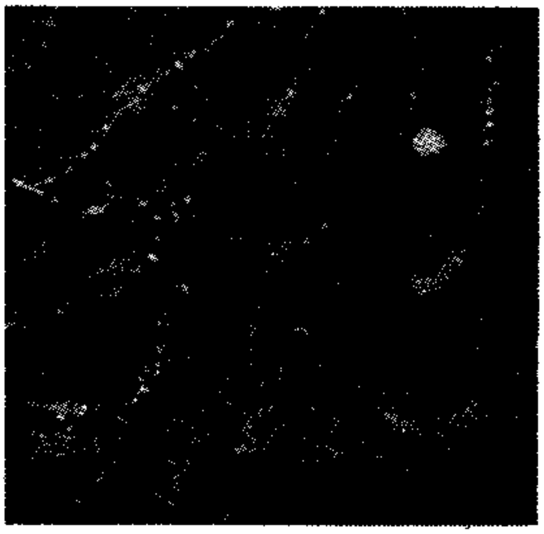


图6·14　对照组动脉。细胞边缘界限明显，在细胞核处有一团微细绒毛（图中MV处）（×650）

作者通过对吻合的血管的电子显微镜观察发现了一些血管吻合后的表现。在静脉和动脉缝合6～24小时后（图6·16至图6·18），缝合的组织为纤维蛋白形成的网状物所覆盖，其中有多数多形核白细胞。有两个标本可能由于缝合张力过大，缝线裸露，血管近侧和远侧断端未见对合（图6·19）。

手术后7天能见到内皮细胞开始有再生。缝合部位已被纤维蛋白网状物或新生的内

* 原文如此　译者

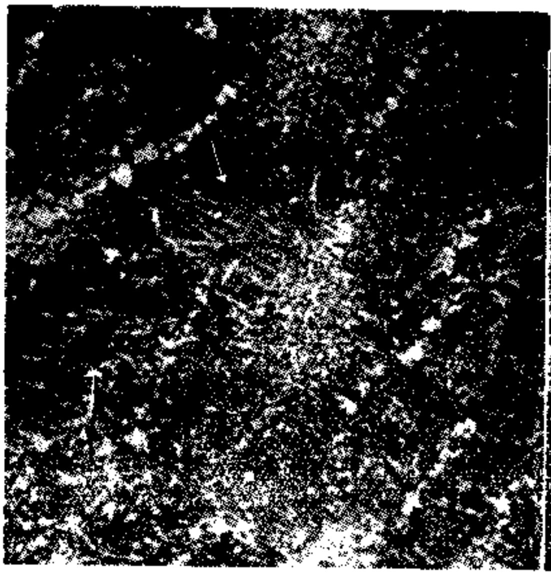


图 6·15　对照组动脉。内皮细胞高倍放大，可见多数细绒毛团集在细胞核上(图中 MV 处)。图中箭头表示由于制备中引起的标本收缩所造成的组织沿细胞边缘"拉长"(×1300)

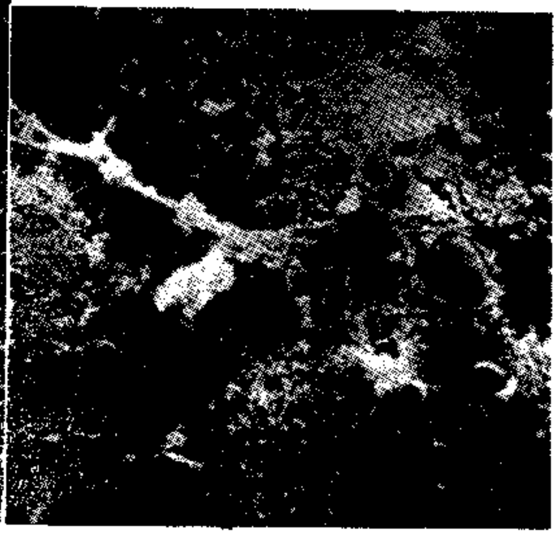


图 6·16　静脉，缝合 6 小时后。缝合处(沿本图的水平方向)中等倍数放大。可见一处缝线裸露，表面上无任何覆盖(图中 S 处)，其他组织表面均有一层纤维蛋白网状物(×325)

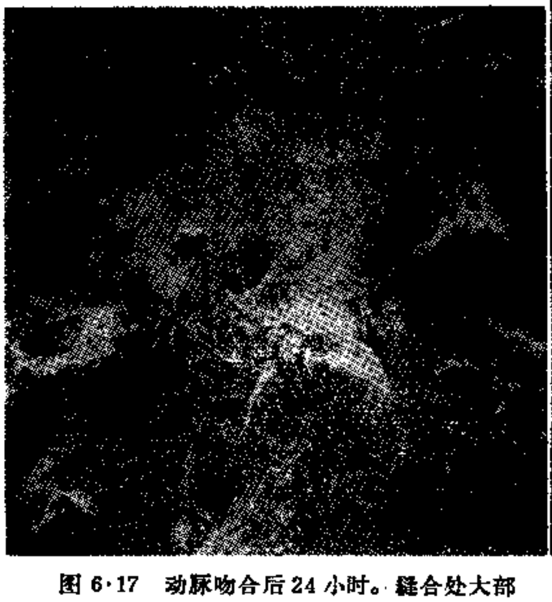


图 6·17　动脉吻合后 24 小时。缝合处大部分为微细纤维蛋白网状物所覆盖。在图的右下角可见聚集成团的多形核白细胞(图中pnl处)(×65)



图 6·18　动脉吻合 24 小时后。图 6·17 方框内缝线处高倍放大所见。缝线的左右两侧较"干净"，没有任何物质附着其上，但其在管腔内的表面为纤维蛋白覆盖。能见到缝线与其他周围组织分离，这可能是制备标本时所造成(×650)



图 6·19 动脉吻合 24 小时后。血管断端边缘在每个缝线之间呈扇形，缝线裸露，表明手术时每针缝合过紧。远侧和近侧断端没有对合（×30）



图 6·20 静脉，吻合后 7 天。出现越过吻合线的裂隙。缝线与周围组织均被覆盖。可见内皮细胞的边缘（图中 e 处）（×65）

皮细胞所覆盖。在低倍放大观察时，在动脉壁上能见到由内皮细胞形成的"地毯"，细胞间的界限明显，可直达缝合处（图 6·22）。缝线为无定形的纤维蛋白性物质所覆盖。



图 6·21 动脉吻合后 7 日。缝合处低倍放大。组织平滑，正在进行内皮细胞再生。在小裂隙中尚遗有纤维蛋白的残余（图中 fd 处）（×30）

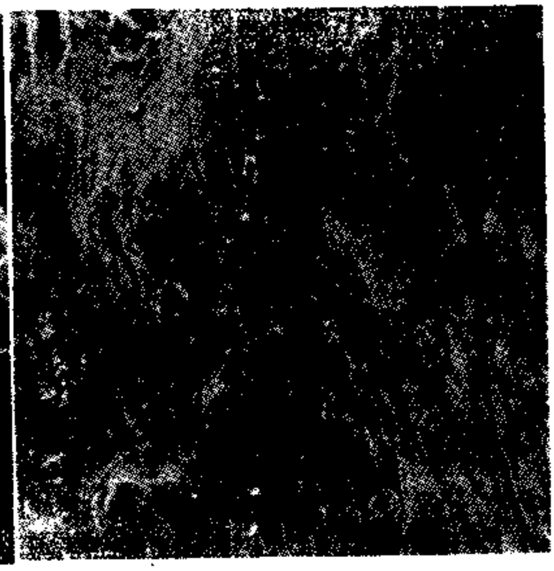


图 6·22 动脉吻合后 7 日。图 6·21 中方框处高倍放大所见。血管壁的内皮细胞再生已进展到细胞边缘界限很明显的阶段（×325）

在术后不同时期观察的静脉吻合，其修复程度均赶不上动脉。将术后 7 日（图 6·20）及 14 日（图 6·25 及 6·26）静脉低倍放大所见与 7 日（图 6·21 及 6·22）及 14 日（图

6·23及6·24）动脉所见进行比较即可证实此点。

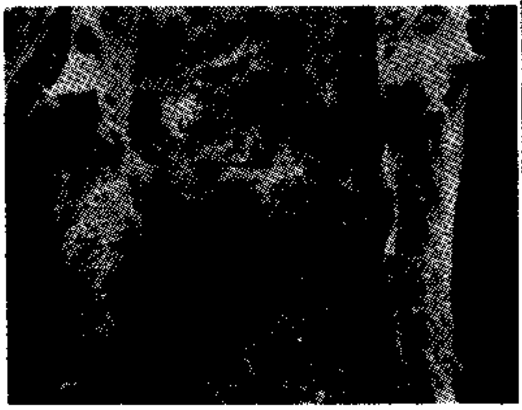


图 6·23 动脉吻合后14日。缝合处平滑（图中 sl 处），表明内皮细胞再生接近完成（×30）

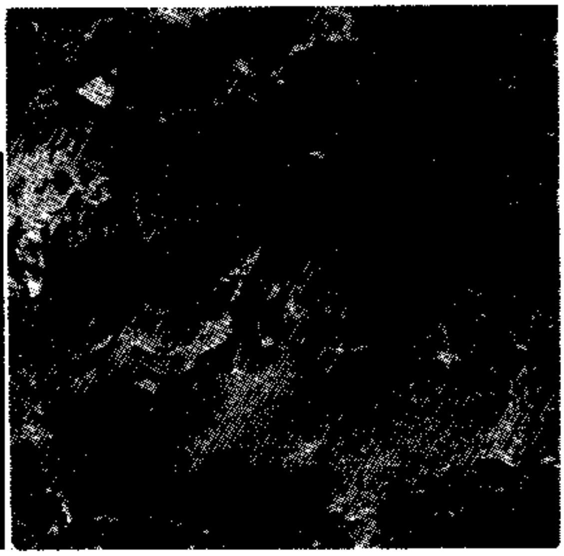


图 6·24 动脉吻合后14日。图6·23方框内部分高倍放大所见。内皮细胞再生良好，图中所见微小裂隙可能系制备标本时用大头针固定血管所造成（×130）



图 6·25 静脉吻合后14日。吻合处比较平滑，但在缝线上间有一些裂隙，表明中层有撕裂，内膜下可能有血栓（×30）

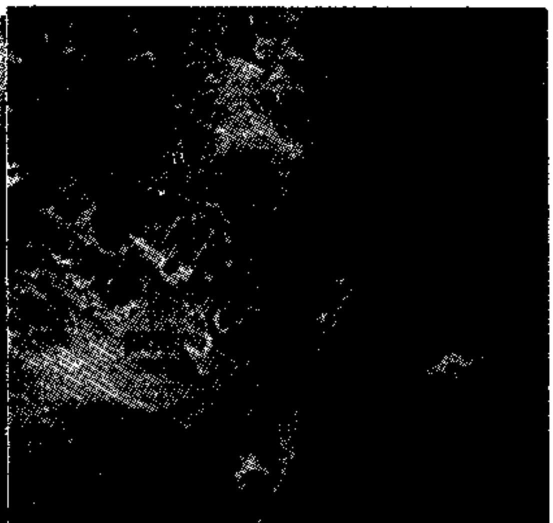


图 6·26 静脉吻合后14日。图6·25方框内部分高位放大所见。有一些内皮细胞再生迹象，但细胞轮廓不明显，能见到纤维蛋白网状物（图中 fm 处）及多数多形核白血球（图中 pmn 处）（×130）

动脉修复14日后，再生的内皮细胞已显然越过缝合处（图6·24），但14日的静脉则大不相同。在低倍放大下观察，静脉壁平滑，似乎已有内皮再生，但在高倍放大下则见不到内皮细胞的明显轮廓。在这些静脉中能见到纤维蛋白网状物残余中杂有多数多形

核白细胞及血小板（图6·26）。

动脉及静脉吻合28天后可见管腔壁平滑且连续，内皮细胞覆盖已趋完成。在一个动脉标本上能见到有小的纵行裂隙，几乎全部为纤维蛋白碎块所充满，但大小尚未达到引起血流阻塞的程度（图6·27）。所有缝线均为再生的内皮细胞所覆盖。有两个静脉，缝线稍突入管腔，在新形成的内皮细胞表面上能见到纤维蛋白碎块的沉积（图6·28及6·29）。

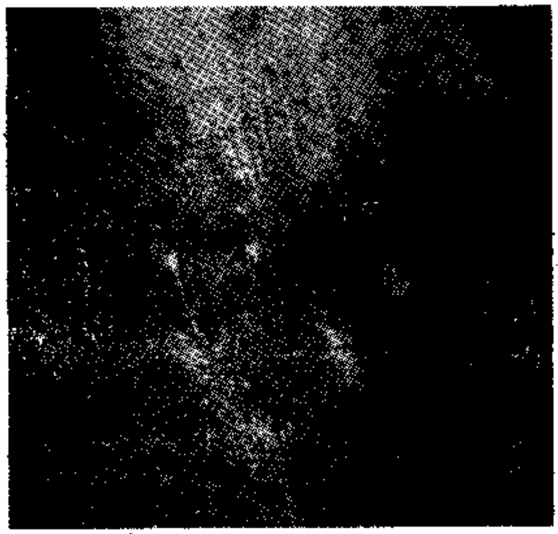


图 6·27　动脉吻合28日后。血管壁内皮再生已完成。缝线均已为内皮细胞所覆盖。在一处可见残余纤维蛋白网状物（图中 fm 处），但与早期标本相比已小的多



图 6·28　静脉吻合后28日，看来血管壁内皮再生已完成。隆起处系内皮细胞所覆盖的缝线。看起来这些隆起突入血管腔内相当一段距离，这是由于扫描电子显微镜的立体感作用，使这幅图像有一些夸张。在图中 f 处能见到在两个缝线表面上有小量纤维蛋白碎块（×130）

讨论

关于小血管修复的组织学检查曾有过一些报导，也有人报告过有关正常血管内皮细胞及各种血管损伤后内皮再生情况的扫描电子显微镜所见（Fishman，Ryaw 及 Karnovsky，1975；Thurston 等，1976），但有关小血管修复后的扫描电子显微镜观察，除本文提到的两个部门开始的初步研究外，尚未见其他报导。在进行这项研究时，本书作者的目的在于通过对血管腔表面的观察，了解内皮再生的过程及血管断端对合缝合后的组织修复情况。

在观察已缝合的血管的内壁时，可能遇到以下问题：

1）在取出一段血管时，沿血管纵向可能出现一定程度的濒死前收缩。在已缝合的血管，这种收缩会影响缝合处附近脆弱的再生组织。

2）在制备标本过程中要摊平血管，这肯定要使缝线与组织之间的完整性发生破坏，而且还会使已开始愈合的中层组织重新裂开。

通过在原位灌注固定血管的方法可以解决上述第一个问题。

Fishman 等（1975）在一个研究组织再生的实验中，于大鼠颈总动脉上用向暂时结



图 6-29　静脉吻合 28 日后。可见静脉管壁完全为再生的内皮所覆盖。在缝线表面有显然是新形成的内皮细胞，在这些细胞表面能见到纤维蛋白碎块的残余（×325）（fd处）

扎的血管中吹入汽流的方法造成内皮脱落。在产生内皮损伤后于不同时间取出血管。对这些血管行灌注固定，然后取出一段，在组织完全脱水及硬化后，沿纵向切开血管。这种制备方法不致产生人为的缺陷，可以解决血管缝合后观察血管内壁时遇到的困难。

本研究中对比组扫描电子显微镜所见与 Fishman 等及其他作者发表的材料相似，尽管所用的方法不同，足以说明本书作者的观察反映了真实情况。作者的扫描电子显微镜所见与 Baxter 等（1972）发表的光学显微镜所见相类似，也说明了此点。

作者还设计了有关研究血管修复过程中再生的内皮细胞来源问题的实验模型。这些模型表明，在内皮细胞脱落处出现血小板形成的"基床"或"地毯"，内皮细胞由未受损伤的部位向创伤处移动，血小板同时消失。

本研究表明，损伤部位——即缝合处，为纤维蛋白网状物，而不是血小板，所覆盖。在这种情况下不仅血管内壁上的内皮受到创伤，整个管壁都有损害，因此上述纤维蛋白沉积可能是血管两断端之间的血管壁中形成的血栓伸延进入管腔的结果。

在缝合处近侧和远侧首先出现内皮再生，并在一段时间内向缝合处蔓延。这种进程在动脉较静脉为快，后者在行显微外科修复后 4 周时才有完全的上皮再生。

手术后 4 周时观察的静脉中，有两个能见到缝合处及缝线均为新形成的上皮所覆盖，在其表面上残留一些纤维蛋白碎块。以上所见可能表明，从损伤部位近侧和远侧向缝合处移动的内皮细胞具有进入纤维蛋白碎块下的能力并连合起来形成一整片，每个细胞之间有连接物将其连在一起。

作者的观察还表明，静脉较动脉更容易发生沿纵向的"劈裂"，这可能是由于静脉壁较动脉壁脆弱之故。作者认为目前这项研究还没有充分完成，因此尚不能提出是否大多数静脉吻合后修复所需时间均与本研究中静脉标本上创伤愈合及内皮再生所需时间一

致。此外，也无法根据血管内壁的扫描电子显微镜观察来确定缝合处修复速度与内皮再生速度之间的关系。在这项研究的下一阶段中，准备将扫描电子显微镜与光学显微镜所见结合起来进行研究，以期对前面提到的各种因素有更多的了解。

（陈加尔）

参考资料

Baxter, Thelma J., O'Brien, B. McC., Henderson, P. N. & Bennett, R. C. (1972) The histopathology of small vessels following microvascular repair. British Journal of Surgery, 59, 617-622.

Bjorkerud, S. (1969) Reaction of the aortic wall of the rabbit after superficial, longitudinal, mechanical trauma. Virchows Archiv Abteilung A Pathologische Anatomie (Berlin) 347, 197-210.

Buck, R. C. (1961) Intimal thickening after ligature of arteries. An electronmicroscopic study. Circulation Research, 9, 418-426.

Bunting, C. H. (1939) New formation of elastic tissue in adhesions between serous membranes and in myocardial scars. Archives of Pathology, 28, 306-312.

Dalton, A. J. (1955) A chrome osmium fixative for electron microscopy. Anatomical Record, 121, 281.

Davies, M. J., Woolf, N. & Bradley, J. P. W. (1969) Endothelialization of experimentally produced mural thrombi in the pig aorta. Journal of Pathology, 97, 589-594.

Dible, J. H. (1966) in Pathological Monographs, No 3. ed. Cameron, Sir R. & Wright, G. Payling. Edinburgh: Oliver & Boyd.

Fishman, J. A., Ryan. G. B. & Karnovsky, M.J. (1975) Endothelial regeneration in the rat carotid artery and the significance of endothelial denudation in the pathogenesis of myointimal thickening. Laboratory Investigations, 32, 339-351.

Fonda, D. (1972) The application of microsurgery in small vessel anastomoses and the scanning electron microscopy of normal aortic endothelium. Thesis for the degree of Bachelor of Medical Science. Microsurgery Research Unit, St Vincent's Hospital, Melburne and Department of Ophthalmology, University of Melbourne.

Friedman, M. & Byers, S. O. (1965) Aortic atherosclerosis intensification in rabbits by prior endothelial denudation. Archives of Pathology, 79, 345-356.

Ghani, A. R. & Tibbs, D. J. (1962) Role of blood borne cells in organization of mural thrombi. British Medical Journal, i, 1244-1247.

Gomori, G. (1950) Aldehyde-fuchsin: a new stain for elastic tissue. American Journal of Clinical Pathology, 20, 665-666.

Murray, M., Schrodt, G. R. & Berg, H. G. (1966) Role of smooth muscle cells in healing of injured arteries. Archives of Pathology, 82, 138-146.

Nomura, Y. (1970) The ultra-structure of the pseudo intima lining synthetic arterial grafts in the canine aorta with special reference to the origin of the endothelial cell. Journal of Cardiovascular Surgery, 11, 282-291.

Poole, J. C. F., Sanders, A. G. & Florey, H. W. (1958) The regeneration of aortic endothelium. Journal of Pathology and Bacteriology, 75, 133-134.

Poole, J. C. F., Sanders, A. G. & Florey, H.W. (1959) Further observations on the regeneration of aortic endothelium in the rabbit. Journal of Pathology and Bacteriology, 77, 637.

Reynolds, E. S. (1963) The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscopy. Journal of Cell Biology, 17, 208–212.

Thurston, J. B., Buncke, H. J., Chater, N. L. & Weinstein, P. R. (1976) A scanning electron microscopy study of micro-arterial damage and repair. Plastic and Reconstructive Surgery, 57, 197–203.

Watters, W. B. & Buck, R. C. (1971) Am Improved simple method of specimen preparation for replicas of scanning electron microscopy. Journal of Microscopy, 94, 185–187.

Williams, G. (1970) The pleural reaction to injury: a histological and electron-optical study with special reference to elastic-tissue formation. Journal of Pathology, 100, 1–7.

Zweifach, B. M. (1959) In the Arterial Wall. ed. Lansing, A. pp. 15. Baltimore, Williams & Wilkins.

7. 小血管移植

在临床小血管手术中经常遇到血管缺损。特别在断指再植手术中更是如此。偶尔在游离皮瓣移植及足趾游离移植到手的手术也会发生。血管缺损可以是不同长度的动脉或静脉。直径大于1毫米的动脉或静脉移植，虽然有过不少的报告，但是血管直径在1毫米左右的文献报告尚不多（Yasargil 1967；Buncke Murray，1971；Overton 和 Owen，1970）。在 Buncke 和 Murray 的报告中，用大白鼠做了14例动脉移植（直径小于1毫米），未用抗凝剂，血管畅通率为72%，开始做的头三例均失败，通畅与否的评定方法是，于手术后10周先重新打开切口再做动脉造影。

最常用的修复动脉缺损的方法是用静脉移植。静脉比较容易得到而且去掉一段也没有影响。在小血管外科的临床经验多来自用静脉移植修复小动脉。有时用一段可以去掉的小动脉，做为移植段来重建静脉，但是更可取的是应该用静脉移植段来修复静脉缺损。有时能得到一个可去掉的动脉，如指动脉可用来修复另一动脉。在操作技术上，一小段动脉较口径相似的静脉更为容易。假若外科医生能保证小血管移植的功能，即可扩大小血管技术在临床上的使用范围。优良的、基本的小血管外科技术，需要有适用的手术器械，移植的类型，移植段的长短和抗痉挛的效果等因素均需考虑在内。小血管移植的技术是以第五章所叙述的小血管吻合为基础的（图7·1）。

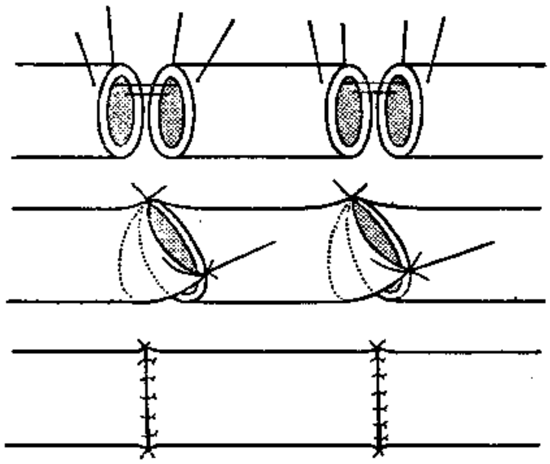


图7·1 在移植段两端，在120°位置上，做好两针牵引缝合。其余缝合技术和吻合单一吻合口一样

小静脉移植到小动脉

这是小血管移植中最常用的。当将小血管断端切除直至镜下观察到断端正常，和断端喷血也显示正常为止，血管常出现缺损。

动物实验，将家兔股静脉切下一段（长1～1.5厘米），移植段用肝素化盐水冲洗，

肯定其中无静脉瓣。最初做了45例，在两血管夹之间将股动脉切断，再将静脉段移植其间。在多数例子中，用一可调节的血管双头夹，将其分离到最大距离，正好接纳静脉段植入。若静脉移植段较长，动脉两端分别用单独的，夹力适宜的血管夹夹住，血管断端用肝素化盐水冲洗。用吻合一个吻合口的同样方法吻合两个吻合口，此外，值得采用的方法是先在两端各做两针牵引缝合，以保证和确定移植段的方向（图7·2）。当前壁的两处吻合完成后，将血管夹翻转，再完成后壁的吻合（图7·3）。当全部吻合完成后，先放松远侧血管夹，让低压的血液缓慢回流，封盖住缝合线，然后放松近侧血管夹，移植



图7·2　1.0毫米长的家兔股静脉移植于直径0.9毫米的股动脉之间。吻合已部分完成

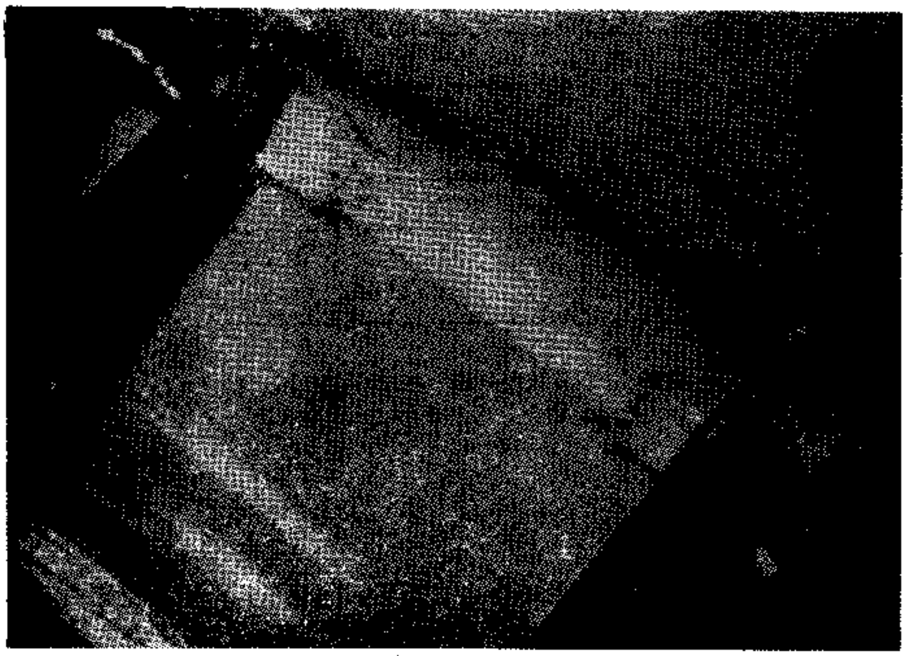


图7·3　家兔股静脉移植到股动脉之间，已完成

血管的通畅情况可清楚地看到（图7·4）。术后1～21周期间，做手术探查（图7·5）。最初的45例股静脉移植，其通畅率为71%（Nicholls 等 1976）。在晚一些时候的25例股静脉移植，术后第二周做手术探查，其中有24例（96%）通畅。

切下的标本做组织学检查发现，内膜下增殖从动脉扩展长入移植的静脉，使其渐动脉化（图7·6）。

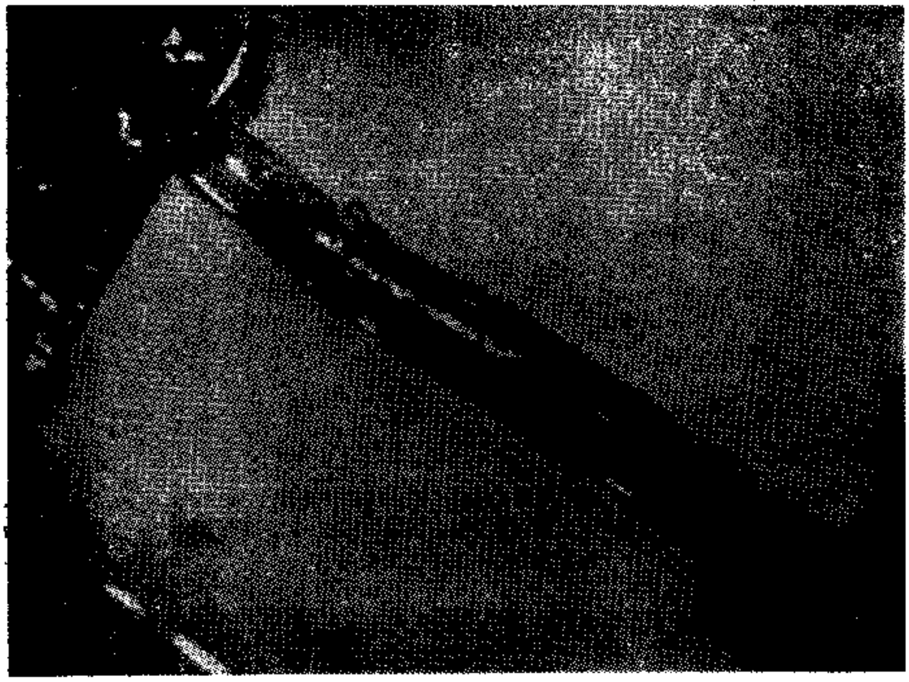


图 7·4　血管夹松解后移植的小静脉通畅（直径约1.0毫米）



图 7·5　同一个移植的小静脉，在术后两周纵形剖开

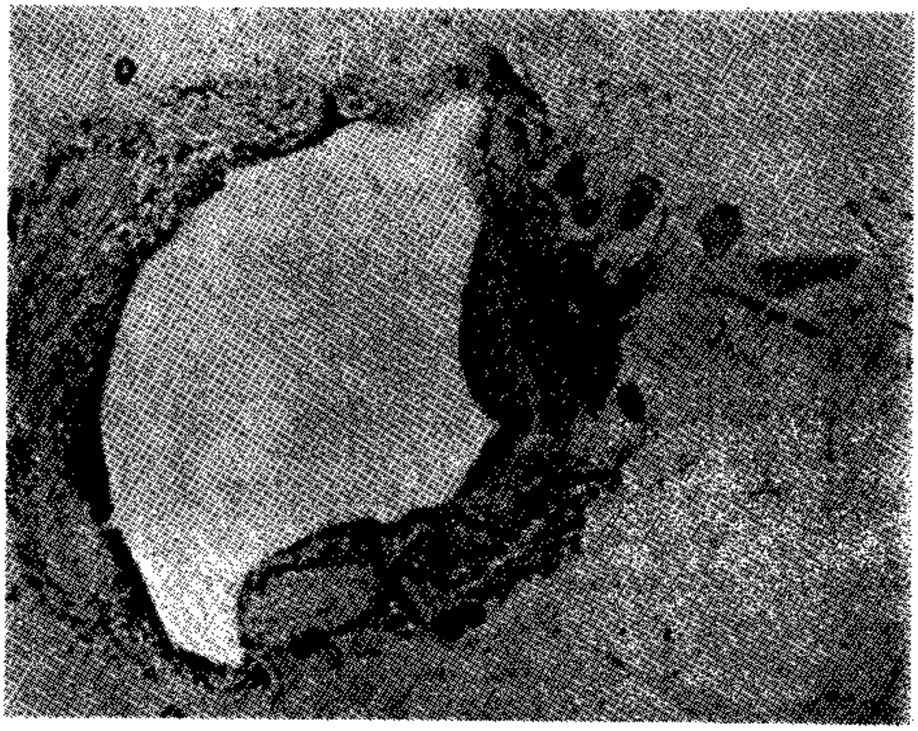


图 7·6A　家兎股静脉移植到股动脉后两个月的横断面切片，吻合口通畅。切片中的右半侧主要为动脉，左半侧为移植的静脉。每段中均可见到內膜下增殖，在此平面动脉的弹力板已大部断裂



图 7·6B　家兎股静脉移植到股动脉后的横断面切片，切片右上侧带一小段动脉。术后一个月的切片，移植段通畅，大部分为静脉。出现广泛的內膜下增殖，在紧靠动脉段可见到內弹力板的早期情况



图 7·6C　横断切片。高倍镜下的移植静脉的吻合处。在 8 点钟处可见到缝线。内膜下增殖已延伸到移植的静脉内

在临床上，静脉移植多取自腕部和前臂远端的掌侧，该处可找到不同粗细和带分支或不带分支的静脉。从皮肤表面可看到皮下静脉，在其上做纵形切口，切取适当长度的移植段。切取静脉时用圆头剪刀仔细剥离，小的分支用双极电凝器电灼。移植段长度需稍短于动脉的缺损，否则当血运接通后充盈的静脉将显得太长。有时需要做“Y”型静脉移植，应用时需将移植段的远近端倒置。移植段用肝素化盐水冲洗，以发现其静脉瓣的存在，静脉在切取以前，静脉瓣常是很清楚的。偶然有一次，静脉已移植到动脉上而发现其有静脉瓣。

将碍事的静脉瓣切除，再将移植段重新吻合，形成两段移植。移植段取得稍长些，应用单个的夹力适中的血管夹，首先吻合近端，然后调整移植段的长度，使之稍短于动脉缺损，以免血流建立后血管纡曲。远端吻合应在轻度张力下进行，先放松远端血管夹。

小静脉移植到动脉，在指动脉缺损中常应用，在断指再植这一领域中，这一任务在不断增加。有时在大的断肢再植中也需要做小静脉移植，即使是将离断肢体的骨骼缩短较多，血管仍可能缺损很多。可从腿上取一段静脉如大隐静脉，移植到较大的血管上如肱动脉。在小血管外科、游离皮瓣移植，偶尔需用静脉移植到动脉或静脉移植到静脉。偶有一次，在足趾游离移植到手上时也用了静脉移植。

小静脉缺损的小静脉移植术

用同样实验方法做小静脉移植到静脉，远近端各做两针牵引缝合，每个吻合口需缝8～10针。在我们实验室中，对家兔小静脉移植通畅率的评定，以及局部应用肝素的价

值做了研究。

静脉移植段取自股静脉，移植到对侧股静脉。移植段在切取前测量其长度，较清创创后的血管缺损要短 5～10 毫米。虽然家兔股静脉的近段经常没有静脉瓣，但是仍应将静脉倒置，以保证没有瓣膜阻断血流。在双血管夹间，用 19 微米镀金属的显微缝合针线或 10-0 尼龙丝做吻合。

所有移植血管均在显微镜下核对其通畅情况，术后第二周探查血管，以排除其栓塞后再沟通的可能性（Hayhurst 和 O'Brien 1975）。评定通畅情况的方法是用直接观察法（图 7·7），通畅试验即切断静脉近端，以观察出血情况，以及切取移植段及吻合处做组织切片检查。

在第一组中，用等渗盐水冲洗，60 例移植中 38 例通畅，其通畅率为 63%。在第二组 52 例移植中，用肝素化盐水冲洗，98% 通畅（一例栓塞）（Kubo 等）。

移植段的组织切片检查，与单纯静脉吻合所见者相同。血管断端需要精确对合，否则会发生栓塞（图 7·8，7·9）。

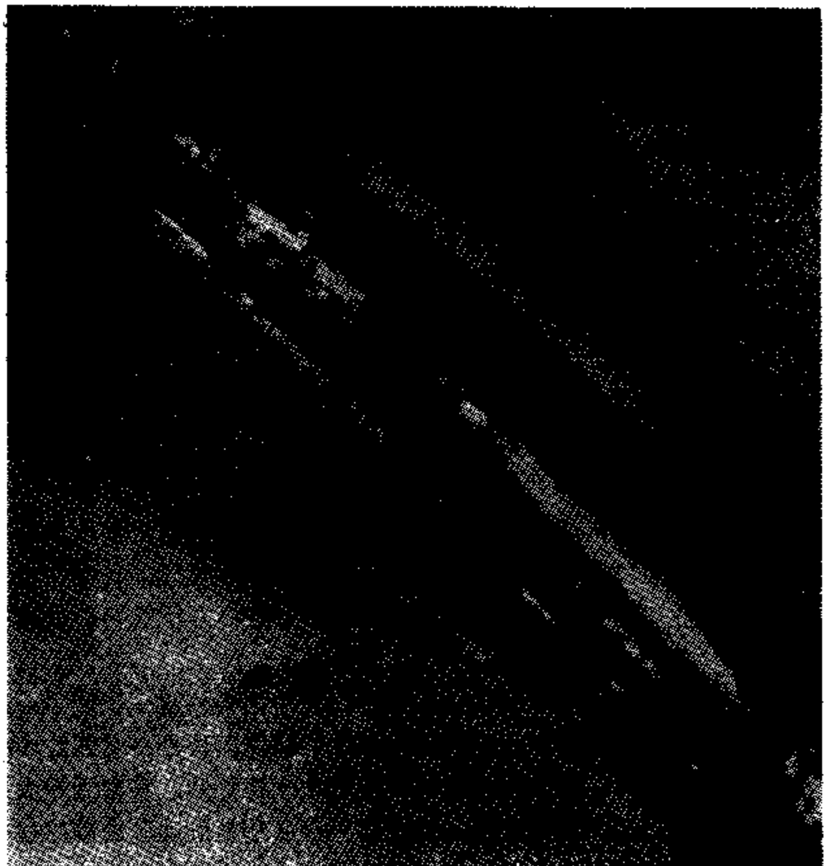


图 7·7　家兔体内通畅的小静脉段移植到股静脉，直径约 1 毫米

临床只在少数情况下需要做静脉移植修复静脉缺损，如有些断指再植病例。



图 7·8 家兔小静脉移植到股静脉的横断面切片。病理标本取自吻合术后七天。显示血管端对合不良、重叠、外膜周围多量出血（G. A. F）染色



图 7·9 一个通畅的家兔小静脉移植到股静脉的横断面切片。病理标本取自吻合术后二周。透明区中在切片时有缝合材料落入。管壁中所见扇状花样图案，由于缝合张力过大，缝线切割形成

小动脉移植到静脉

偶尔这种移植也应用到临床上。应用与其它小血管移植同样的技术（图7·10至7·16）。动脉移植段应稍短于静脉缺损的长度。血管壁厚度的差别似乎不影响其通畅。在我们实验室中，做了40例家兔股血管的移植，分为三组：15、15和10例。移植段分别用肝素化盐水、等渗盐水和硫酸镁溶液冲洗。将静脉切除5毫米后，将一段15毫米

表7·1　15毫米长的小动脉移植于直径约1毫米的静脉间的通畅率

	冲　洗	例　数	7～10天通畅率
第　一　组	肝素化盐水	15	100%
第　二　组	生理盐水	15	87%(二例栓塞)
第　三　组	硫酸镁	10	90%(一例栓塞)



图7·10　取自家兔股动脉移植段。直径0.9毫米。移植段原长1.0厘米

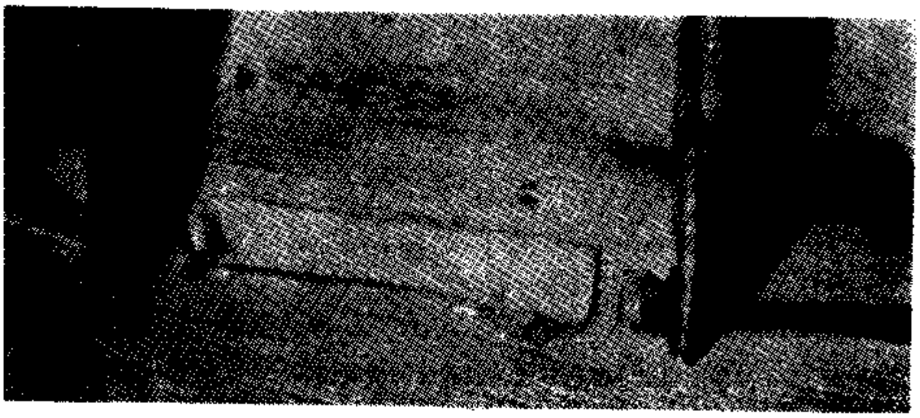


图7·11、同一个小血管移植段准备缝合到静脉缺损处

长的动脉植入其缺损。所有移植在手术当时100%通畅。7～10天第一组的通畅率仍保持100%，其他两组通畅率分别下降至87%和90%（表7·1）（Kobo等）。这些结果中的差别，没有统计意义。除去应用方便以外，假若在小静脉移植中用肝素化盐水冲洗，则用动脉移植来修复小静脉缺损，较静脉移植没有明显优点。

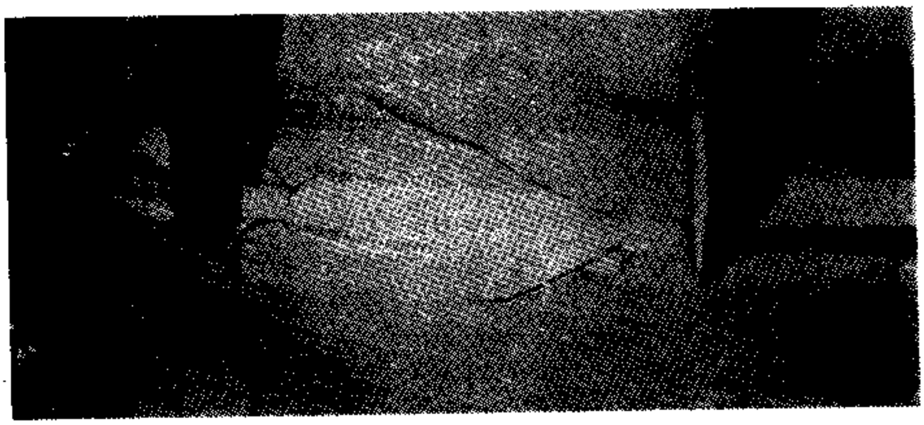


图7·12 在小动脉移植段两端各做两针牵引缝合



图7·13 用10-0 Ethicon 缝合吻合口的后壁

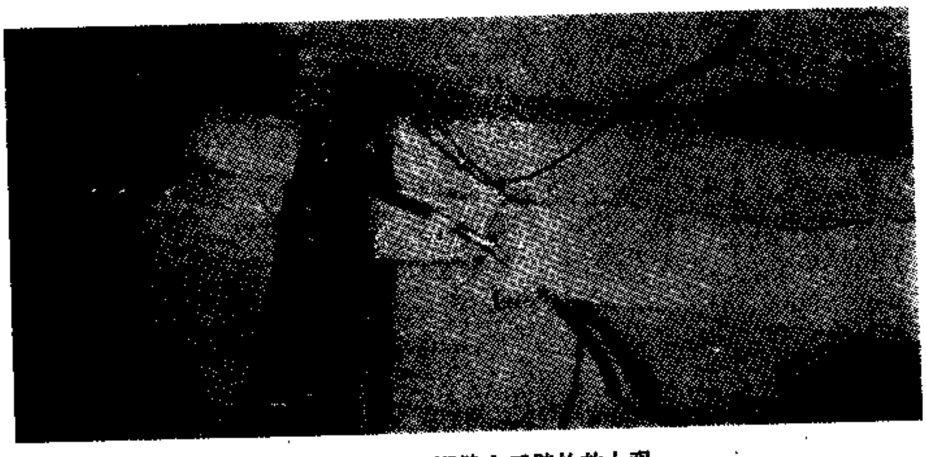


图7·14 同上图缝合后壁的放大观

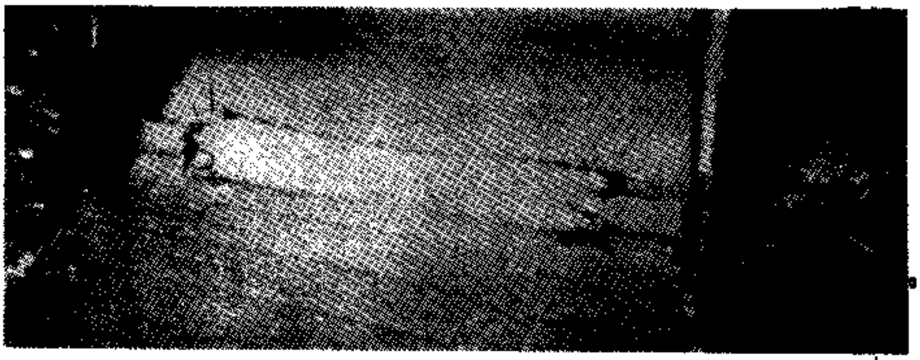


图 7·15　小动脉移植缝合完毕

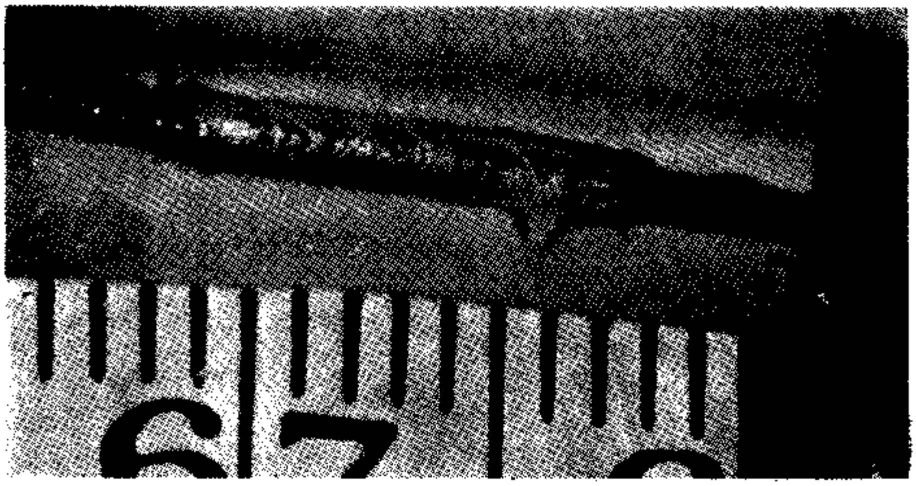


图 7·16　放松止血夹，移植的小动脉通畅

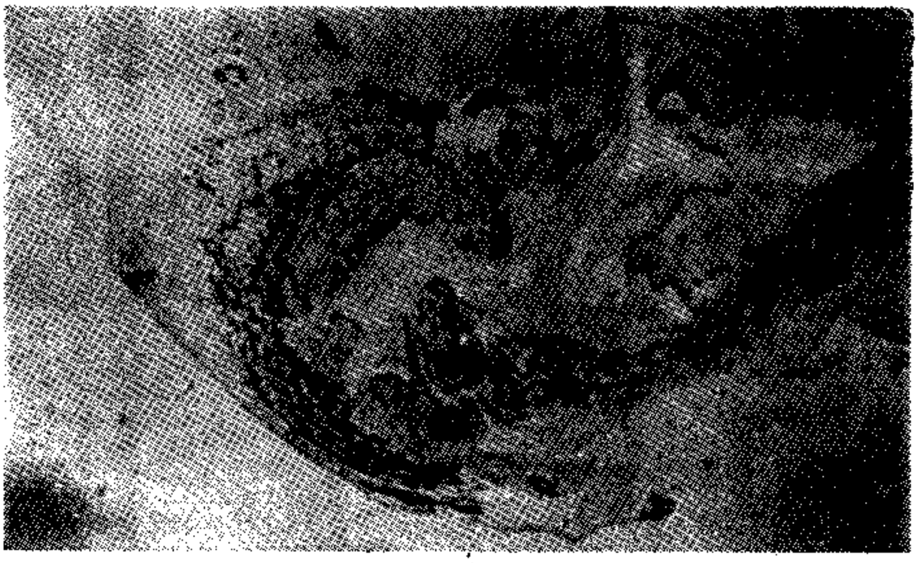


图 7·17　家兔的小动脉移植到股静脉的横断面切片。术后一周采取活体组织。左侧可见动脉段。显示吻合处对合不良。整个管腔尤其是动脉中充满血栓

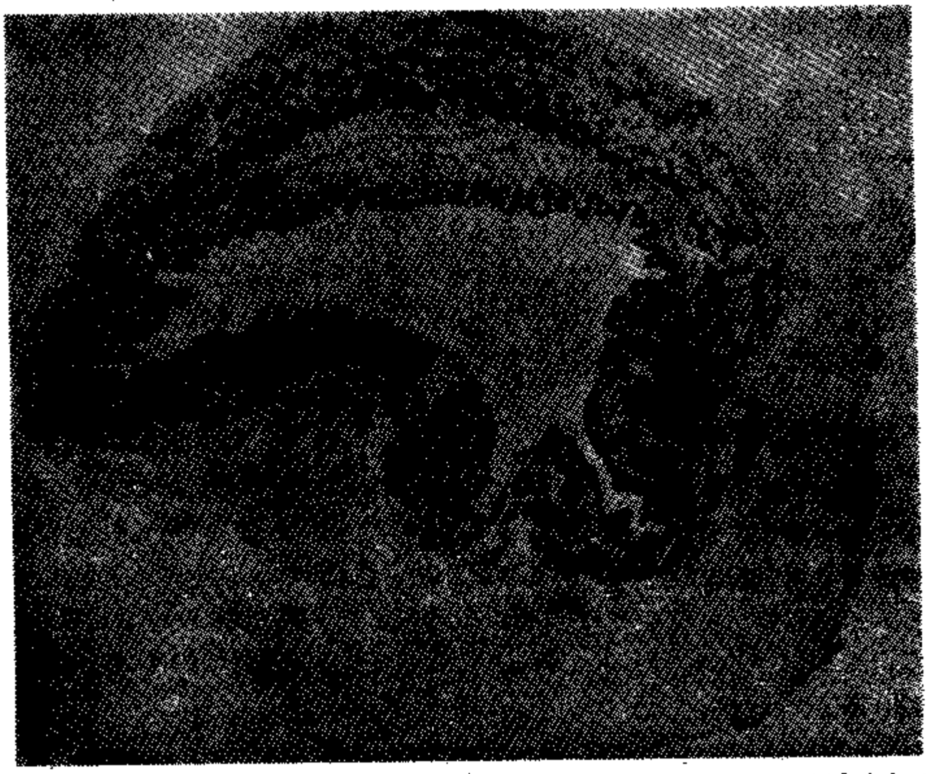


图 7·18　家兔小动脉移植到股静脉，通畅的移植段的横断面切片，术后第二周在吻合口的动脉侧采取活体组织。有些地方有组织内出血，但因术后时间短只有小量内膜下增殖



图 7·19　家兔小动脉移植到股静脉的横断面切片。术后第二周自吻合处采取活体组织，上⅔为动脉，下⅓为静脉。移植血管通畅

在第六章动脉吻合中所描述的组织学改变，在这些动脉移植中可以看到（图7·17，7·18，7·19）。

临床应用 应用不修复的动脉做为移植材料来修复背侧静脉，在断指再植中有临床应用价值。在手指撕脱皮瓣中修复静脉时也有用。这可以减少在其他部位寻找移植材料的需要，由于小段动脉处理容易，可以缩短手术时间。在大多数断指再植病例中，骨端需要缩短，但应用小血管移植时，缩短骨端的必要性即可以改变。这种情况特别适用于手指移位再植，关节面从而可以保存。动脉移植段取下时可有收缩，但不比同样长度的静脉收缩得更多。所有小血管，特别是静脉，若在张力下吻合，其管腔有变狭窄的趋势。应用小动脉做移植，冲洗溶液的选择没有多大意义。

小动脉移植到动脉

将小动脉移植到小动脉上所用的技术，与前面其他小血管移植的方法相同。管壁厚度及管腔口径可能相似。移植动脉需稍短于血管缺损（图7·20，7·21）。在动物实验中，移植血管的结果用以前所叙述的方法来评定。在一组45例动脉中，将家兔的一小段股动脉倒置，植回原处，发现有61%通畅。在又一组46例移植中，改进了显微外科技术，通畅率提高到91%（Browning等 1976）。内膜下增殖，是在通畅的小动脉移植段中的主要所见（图7·22）。

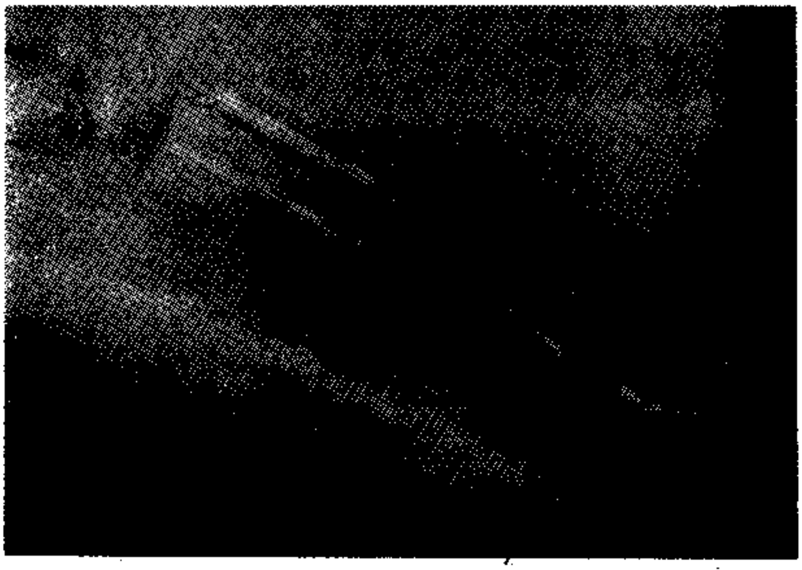


图7·20 倒置的小动脉移植，在家兔的股动脉中移植段长度稍小于动脉缺损

在临床小血管外科中，应用小动脉移植到小动脉的机会不多。在手指血管手术中，有可能从同一个或另一个手指中，取一段无用的动脉做为移植段用。

移植段的长度

在判断用移植静脉桥接一长段动脉和静脉缺损的结果的研究中，取不同长度的静脉从20至40毫米，移植到直径约1毫米的血管之间。移植静脉的长度与通畅程度无关（Fujikawa 和 O'Brien 1975）。分三组做出动脉缺损，A_1用20毫米长移植段，A_2用30毫米长移植段，A_3用40毫米长移植段。静脉移植段储存在肝素化的盐水中，将一段

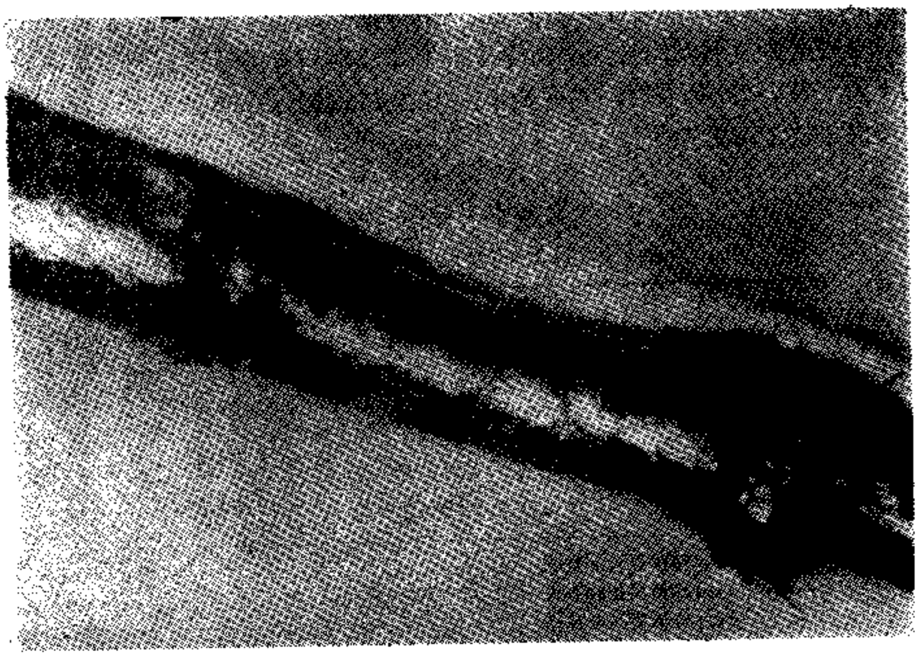


图 7·21 同上图止血夹放松后移植小动脉通畅



图 7·22 家兔股动脉做小动脉移植后，在吻合口处做横断面切片。六周取的活体检查。移植段通畅，显示中度内膜下增殖

较移植静脉短10毫米的动脉切除。间隔7～14天手术探查，紧靠远端吻合口的远侧切断动脉，观察出血情形以检验其通畅情况。手术当时所有静脉移植的通畅率为100%，当7～14天（表7·2）探查时，其通畅率：A_1为87.5%，A_2为94%，A_3为84%。少数失败者考虑与技术因素有关。

表7·2 家兔体中用静脉移植到股动脉的通畅率（术后7～14天）

	总　　数	通　　畅
A_1 组	16	14(87.5%)
A_2 组	17	16(94.1%)
A_3 组	19	19(84.3%)

注：A_1＝移植段长20毫米
A_2＝移植段长30毫米
A_3＝移植段长40毫米

在静脉缺损实验中，用同样方法分组，各切除一段股静脉，分别较予先准备好的移植段短10毫米。一般用10-0 BV_2 Ethicon，尼龙丝间断缝合10或11针。用硅胶条将夹力适当、单用的血管夹（O'Brien 和 Hayhurst 1976）连起来，以代替可调节的双用血管夹，因后者分开后距离不够长。移植静脉在术后第二周探查，发现其通畅情况：V_1（20毫米长）为70%，V_2（30毫米长）为80%，V_3（40毫米长）为80%（表7·3）。不同长度的静脉移植到静脉缺损处，对血管通畅的影响未表明有何意义。

表7·3 家兔体中用静脉移植到股静脉的通畅率（术后7～14天）

	总　　数	通　　畅
V_1 组	10	7(70%)
V_2 组	10	8(80%)
V_3 组	10	8(80%)

注 V_1＝移植段长20毫米
V_2＝移植段长30毫米
V_3＝移植段长40毫米

（王澍寰）

参考资料

Browning, F. S. C., O'Brien, B. McC., Rosen, P. & Baxter, Thelma J. (1976) Microarterial grafting of small arterial defects. In preparation.

Buncke, H. J. & Murray, D. E. (1971) Autogenous arterial interposition of grafts of less

than 1 mm in external diameter in rats. Transactions of the Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, pp 572. London: Butterworths.

Fujikawa, S. & O'Brien, B. McC. (1975) An experimental evaluation of microvenous grafts. British Journal of Plastic Surgery, 28, 244-246.

Hayhurst, J. W. & O'Brien, B. McC. (1975) Experimental study of microvascular technique, patency rates and related factors. British Journal of Plastic Surgery, 28, 128-132.

Kubo, T., O'Brien, B. McC., Haw, C. S., Baxter, Thelma J., Gilbert, A. & Hayhurst, J. W. Microvenous grafting of small vein defects. In preparation.

Nicholls, B. W., O'Brien, B. McC., Threlfall, G. N., Browning, F. S. C. & Baxter, Thelma J. (1976) Microvenous grafts for small arterial defects. In preparation.

O'Brien, B. McC. & Hayhurst, J. W. (1976) Principles and techniques of microvascular surgery. In Plastic and Reconstructive Surgery, ed. Converse, J. M. Philadelphia: Saunders, W. B. & Co. In press.

Overton, J. H. & Owen, E.R. (1970) The successful replacement of minute arteries. Surgery, 68, 713-723.

Yasargil, M. G. (1967) Experimental small vessel surgery in the dog including patching and grafting of cerebral vessels and the formation of functional extracranial shunts. In Microvascular Surgery. ed. Donaghy, R. P. M. & Yasargil, M. G., pp. 87. St Louis: C. V. Mosby Co.

8. 显微血管外科的麻醉

在早期一大部分显微血管病例的麻醉经验来自急诊再植手术。但以后从选择性的显微血管外科中增长了经验。这包括游离皮瓣移植、游离骨移植、游离肌肉移植、足趾一期移植到手以及为了治疗堵塞性淋巴水肿的淋巴管静脉吻合。这些麻醉经验是以二百多例显微血管病例为基础的，无一例死亡。

术前准备

在再植工作中，麻醉师面对的临床问题是，病人体质常是适宜，年龄多在20～40岁，但有时也包括儿童（小到一岁）、中年以及老人（79岁以上）。

男性病人最多，大多数急诊病人在手术前4～6小时内进过食。

一般说，急诊病人失血不多，术前毋需输血，小儿及断肢再植病人除外。术前常规开始给静脉点滴，但不是一成不变的。

术前判断常靠临床，辅之以胸部X线检查。术前选择性联合用药有鸦片和东莨菪硷。但是，病人常不给术前用药，除了创伤后给一些鸦片剂用以镇痛及减少病人忧虑。

麻醉的处置

术者对麻醉的要求是，手术野完全不动，病人不痛，舒适，保持循环稳定，液体和电解质平衡维持在正常范围内。

当麻醉时间延长，超过3～4小时，必需采取保持温度平衡的措施和保证尿液排出。以上这些要求，可用下列两种麻醉之一来完成。

1. 全身麻醉
2. 区域阻滞，常伴用镇痛剂或神经安定剂。

时间不长的手术，例如周围神经的显微修复，对麻醉师来说一般不会有困难问题，但较长的6～12小时的手术，甚至更长时间的手术，伴随长时间的麻醉会产生问题。

全身麻醉

全身麻醉包括常规的平衡技术，硫苯妥钠诱导，用弛缓剂插管，以后间歇使用潘可罗宁（Pancaronium）或管箭毒（tubarine），这些是最普通的用药。用一氧化氮和氧气维持，辅以鸦片剂，吗啡或酚帕尼丁（phenoperidine）。

许多研究人员指出，长时间间歇使用正压换气，可以产生片状肺不张。周期的应用高压的深呼吸，可能减少肺不张的趋势（Bendixen, Smith 和 Mead 1964）。

长时间使用气管内插管，可导至气管和喉头内产生刺激性病理变化。减少此现象的措施，巳采用的有：

1. 使用的插管用刺激性较小的物质制成，例如用聚氯乙烯和硅橡胶代替红橡胶。
2. 小心地避免套囊过度充气，近来使用低压套囊，例如 Kamen-Wilkinson 泡沫套囊硅胶管。

氟烷（Halothane）很少用作补充剂，也不再用作主要麻醉剂，因为它容易使病人丢失热量，术后寒战和肌肉强直，可能危及手指精细缝合的小血管的通畅，虽然在某些手术过程中，并不发生肌肉强直。在手术终了时，病人常是意识清醒和合作的。

在全麻时，长时间使用一氧化氮，在我们的病例中没有发生问题，甚至再次或随之而长时间使用也没有问题。血液检查没有发现白细胞减少。近期可靠的研究报告提出充分理由，对进行特别长时间的手术要小心，因此，强调在选择性手术中要精心作手术方法的设计。这就希望在显微外科实践中，要不断进步，精益求精，手术时间有可能缩短，进一步排除长时间麻醉的任何危险。

区域麻醉

区域阻滞作为另一种麻醉技术，注射伯皮瓦卡因（Pubivacaine）发现很满意。用乙酰琥珀酰胆碱经斜角肌间，锁骨上或腋部进行臂丛神经阻滞，均能满意地应用。0.5%伯皮瓦卡因30～40毫升并用肾上腺素，可以得到长达7～12小时的阻滞。

区域阻滞也伴随发生交感神经阻滞，产生血管扩张及增加末梢血循环，二者均有利于微血管的吻合。这种阻滞适合这类手术，也适用于开始即使用止血带长达两小时的手术。当上下肢需要同时进行区域阻滞时，臂丛神经阻滞和硬膜外或蛛网膜下腔的脊髓麻醉同时进行。在这些双重麻醉中，技术上要精心调整，以排除因大剂量使用麻醉药品而中毒的问题。

区域阻滞需要用神经安定剂类药物帮助镇静。安定和氟哌啶常联合应用，再辅以静脉内注射吗啡。当希望病人安静地躺卧数小时时，这将大大地解除病人由于长时间平卧引起的后背和臀部不舒服的痛苦。安静不动对在手术显微镜下进行工作，是很要紧的。手术部位身体的细微活动，在显微镜下的手术野将变成大的移动。

在这种情况下，一个加倍厚的泡沫褥垫能使病人舒服，但是，用有高低差别的汽垫，对消除压迫更为有效。应用区域阻滞麻醉，也许是引起病人活动和不舒服的最常见的原因。

应用神经安定剂后，导致呼吸抑制，应在手术过程中从鼻内给氧，可避免缺氧，因为缺氧也可促使病人不安。

在很少情况下，病人变得极度不合作，而且不能安静下来，或因阻滞时间不足，或再次阻滞在技术上有困难，可采用全身麻醉以完成手术。一般说来，麻醉进行是顺利的，在手术结束时，能迅速清醒。

麻醉病人的监护

显微血管手术的病人，因为手术时间长，监护是多方面的。

测量血压可用间接听诊法；一般不采用直接动脉内压的监测；如果使用直接法，尽可能避免使用足背动脉和股动脉。因为随后可能要用这些部位做游离皮瓣，足趾或肌肉移植。

脉率用测脉计来测，并用连续心电图追踪监测。如果使用全身麻醉，用呼吸机维持自动控制换气。在麻醉进行中，呼吸容量和流量可借助于麻醉循环系统中的瑞（Wright）氏呼吸流量计测定。

体温的保持

不论成人或儿童测体温均用肛表。使用循环水毯保暖，可减少热量丢失。适当隔离非手术区，并提高周围温度以减少血对流引起热的丢失，保持手术室的温度。儿童使用铝铂片覆盖法，可减少幅射热的丢失。保温毯的温度要测定，避免过热。循环水毯值得推荐应用，和电毯比较，它能提供分布更均匀的热量。因此，保持热的平衡，不论在手术时和恢复期，均能预防寒颤。寒颤将使显微手术的进行困难，术后将不利于显微血管的吻合和组织存活。

血液和液体的维持

经过长时间手术，失血量很难测定，可能有出入，有时是可观的。手术中失血量，常常是估计不足的。这可用术后检查血色素和红细胞压积来证明，在试行小血管吻合是否通畅，常不能保证做到完全止血，在此时期可增加失血量。当丢失的血液主要是在覆盖的消毒巾上，和偶尔流到地板上以及在冲洗液中，可用比色方法测定失血量。在再植手术中应用止血带，在手术探查阶段，可以减少血液的丢失，但此阶段中失血非常少，可根据失血量输给全血。体液的平衡只需用液体来维持，除非必要时输全血。

如果区域阻滞麻醉和神经安定镇痛剂联合应用时，由于神经安定药可伴随发生长时间气体交换不足，必需考虑做血气、pH 的测定。

在手术室中，在无菌条件下置入导尿管，并记录尿量。这可避免在长时间手术中的膀胱膨胀，由此可以减少对病人的一个刺激的来源。

手术时其它措施

在长时间手术中，必需注意预防深静脉栓塞。采用气囊刺激和按摩小腿三头肌。

手术时，不用预防性的肝素，因其有增加出血和形成血肿的危险，只有在断指再植中应用，但要在术后 24 小时当伤口已粘合时再给药。

术后的即时处理

手指再植后，立即开始口服阿斯匹林和潘生丁以及静脉内注射 6％ 右旋醣酐 70。

不论是全麻或是区域阻滞和使用神经安定剂，手术后的麻醉反应很少或没有问题。病人清醒能合作时，将病人移到手术室中病床上，并小心将受伤部位放于适当位置。

为了再次探查和吻合血管，有时需要和初次手术一样或更长的时间，病人需要再次麻醉。其它较小的手术也需要重复类似的麻醉。病人可能贫血或肝素化，当决定再次手术时，停用肝素。

在再次麻醉后，因易有胸部感染而引起并发症。重复麻醉和手术时，深部静脉栓塞问题仍然存在或有所增加。本组发生两例肺栓塞。

（曾宝珠　王澍寰）

参考资料

Bendixen, H. H., Smith, G. M. & Mead, J. (1964) Pattern of ventilation in young adults. Journal of Applied Physiology, 19, 195-198.

9. 断肢再植术

再植外科只有十多年的历史，但已经分出二个主要方面，断肢再植和断指再植。前者的实验工作已进行有半个多世纪，但一直到六十年代早期，临床上才获得成功。在断肢再植中，自掌指关节至前臂下、中⅓交界处，同中、下⅓交界处以近的截肢相比，无论在处理上和治疗的结果上均有差别。其差别主要与比较近端的截肢的肌肉量有关。在我们医院，治疗了 17 例完全的和不完全的断肢，其中 13 例获得成功。年龄在 2～56 岁。不全离断包括肌腱，神经、骨和皮肤的复合损伤，伴有血管损伤以致组织缺血。

在实验研究方面，一般都认为 Hopfner 取得首次成功，他在 1903 年用狗做肢体再植的实验，并获得 1 天、2 天、3 天和 9 天的成活。1906 年，Carrel 和 Guthrie 也在实验移植中取得成功，利用狗进行异体移植，至少有一例暂时成功。1931 年 Reichert 曾报告利用狗进行过 52 次再植手术的血管的研究。

在十九世纪五十年代中，一些苏联外科医生进行了大量的实验工作，Lapchinsky 在 1960 年报告了狗的后肢再植后长期随诊的功能情况，引起西方外科医生的注意。他叙述了手术操作和肢体保存的详细方法，特别提到降温到 4 ℃。Snyder 等（1960）曾报告在利用泵式人工心肺机将狗的后腿保存到 24 小时，进行再植获得成功。上海市第六人民医院在 1973 年曾提到中国的屠开元医生成功地进行过一批狗的肢体再植工作，但没有作详细的介绍。

在临床范围内，Kleinert 和 Kasdan（1963）和 Kleinert, Kasdan, Romero（1963）证明了在上肢严重创伤后，血管外科对血运重建所具有的价值。Malt 和 McKhann(1964) 报告在 1962 年 5 月，对一名 12 岁的男孩(肘上)离断的上肢进行首次再植并获得成功。此后一个短时期内，报告了一批再植成功的例子（陈，钱和鲍，1963；Horn，1964；Shorey, Schneewind 和 Paul, 1965；以及 Williams 等 1966）。

截肢常常发生在使用弯刀的农业区。Ramirez 等（1967）收集了 7 例断手再植的病例，其中包括 5 例完全性离断和 2 例不完全性离断。有二例再植失败（完全性离断），其中一例离断肢体缺血 22 小时的病例。Inouye 等（1967）报告了 6 例再植的病例，其中 4 例不全离断（一例失败）和 2 例完全离断(一例失败)。上海市第六人民医院（1967）总结了创伤性截肢的经验，报告了 7 例完全离断的肢体和 10 例部分离断的肢体再植成功。Horn（1969）概括叙述了中国的病例并报告了 10 例完全离断的肢体再植，无一例失败，和 18 例不全离断的肢体再植，其中 4 例失败。

作者受到中华人民共和国的邀请，在 1972 年 10 月和中国的外科医生一起讨论有关再植外科方面的问题。包括在上海市第六人民医院举行讨论会，和访问了北京积水潭医院和广州市第一人民医院。这次访问的详细材料已由 O'Brien 在 1974 年发表。陈(1972) 在上海报告从 1963 年第一例断手再植成功起，到 1971 年 12 月，共对 94 例完全离断的肢体做了再植手术（10%为儿童），并获得 84% 的成活。这些病例中主要是上肢，但也包括下肢的再植。不全离断的数字没有报告。肢体缺血时间的统计是，43 例为缺血 6 小时，27 例为 6～10 小时，有 24 例超过 10 小时。在后一组中有 14 例完全离断的肢

体再植成功。在这94个病人中，62例有一年以上的随诊，41例获得满意的功能并恢复伤前的职业，15例需要改变职业，有6例由于功能恢复不良而不能继续工作。对骨的恶性病变进行断截后行再植术也是很有用的，从1966年以来对5个病例进行了成功的治疗，保存了肢体的一些有用的功能并且恶性病变没有复发（陈1972）。Malt, Remensnyder 和 Harris 等（1972）总结了7例再植中5例成活病例的长期的满意结果。北京积水潭医院（1973）报告了从1964年9月到1972年共40例断肢再植的病例，其中15例完全离断，25例不全离断，27例（68%）成功。23例有随访结果，其中21例功能恢复满意。包括有3例下肢的再植，2例成功。缺血时间最长达30小时，平均是8小时。

O'Brien 等（1974）报告了8例断肢再植的病例，7例为上肢，一例为下肢。5例上肢完全离断，4例再植成功。2例为不全离断，再植手术均告失败。截肢水平分别从肱骨下端到腕关节。损伤的类型包括斩断伤、中度捻挫和撕脱伤，并伴有在截肢平面以下的严重的肌肉、皮肤和血管损伤以及多发骨折。

所有这些报告都显示了在经过选择的病例，再植后能恢复到有价值的功能。

再植外科的术前处理

急救

急救医生、救护车的随行人员以及周围群众，认识离断肢体进行再植的可能性是很重要的。离断的部分应该放置在一个清洁的塑料袋内，并将它放入装冰的容器内进行降温，但不要冰冻。用无菌的敷料覆盖截肢的残端，在不全离断的病例中，用夹板去制动伤肢以防止血管扭曲。绝不要使用止血带止血，在极少数的情况下，应该小心地在动脉上用止血钳去夹住血管的最末端以达止血目的，同时又使血管组织的损伤减少到最小的程度。止血钳不要没有支撑地悬挂在伤口上，这样必然会给血管造成更多的损伤。所有的组织都要仔细的收集并作仔细检查，所有的离断部分不要遗漏。这些早期处理和急救医生的职责已由 O'Brien 和 Haw 叙述过（1976）。

现代显微外科技术成就的有关知识，对于防止由于无知而使离断部分失去唯一的再植机会，这一点是很重要的。还有，应该记住，一些不可逆的损伤，不能将其再植回原部位时，可将它作为组织的供应部分，去修复同一病人其他部位的损伤，这一点是很有价值的。在同一个患者，神经、静脉和动脉可以作为移植物去修补另一损伤肢体上的缺损，也可获得皮片去修复另一处的皮肤缺损。皮肤和脂肪可作为游离皮瓣移植以修复其他部位的缺损，以单纯皮瓣或皮瓣带肌肉的形式移植，并连接皮瓣的血管和受皮部位的血管。

如果离断部分的组织有较严重的细菌污染，应该用自来水轻柔地进行组织冲洗。一般说这是不需要的，而且在任何情况都不应将组织浸入液体中，特别是防腐液中，因为这样可造成细胞损伤。不要从离断部分上去除组织以免造成损伤。如果没有塑料袋时，可以使用湿的毛巾将组织和冰块完全隔开以免直接与冰接触。

如果病人的一般情况是好的，可以迅速地安排转运，同时携带离断部分送到最近的显微外科中心。伤后应尽快和中心联系，将初期处理及转运详细情况告知外科医生。有关损伤原因的任何情况都是很有价值的，还有，向中心尽先报警能够节省时间。预先通知手术室并集合必要数目的专科医生。转运路程超过150公里时，以用飞机转送为宜，

特别对大的肢体再植的病例，尽快进行外科治疗是很重要的。

急诊处理

在了解局部和全身情况的同时，对离断肢体应持续进行降温。给患者进行输血并拍摄普通相片。X线摄影应包括近端断端及离断部分，以确定损伤的水平和远端部骨损伤的性质。抗菌素（青霉素和胺苄青霉素）即应开始使用，以后每四小时重复一次。采取破伤风的预防措施。

断肢再植的适应证

适当病例的选择是一个极重要的因素。由于其他损伤，如头部损伤或范围较大的局部创伤的一些病例，不宜再植。虽然肢体再植的早期成功取决于血管吻合，而最终的功能结果则依靠神经、肌腱和骨的修复适当与否，所以决定断肢再植与否，应根据其他各种组织修复后可能得到的结果来决定（图9·1；9·2）。我们成功的病例中，年龄最大的为56岁。Malt 等（1972）报告在成功再植的病人中年龄与此相似。除病人的年龄外还应考虑患者习惯使用那只手以及他的职业和患者本人的愿望。向家属了解病人的个性和任何有关的历史是很有帮助的。决定再植常常是复杂的，应包括经济的、社会的、精神

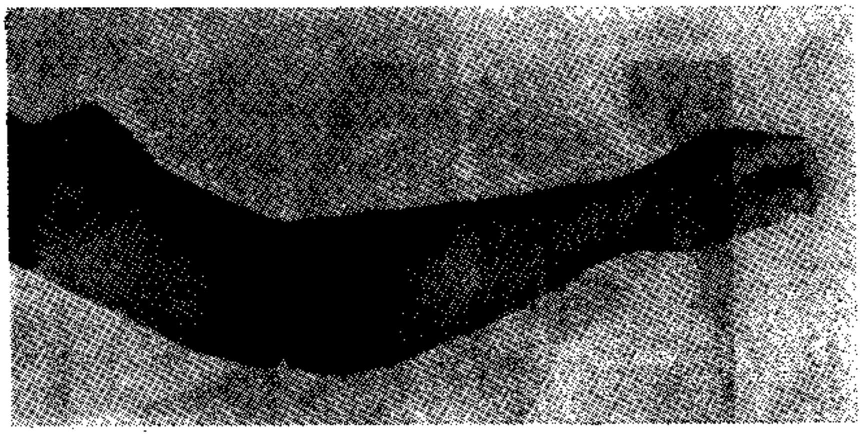


图 9·1 一个四岁的男孩左臂经肩关节离断，以及肘部所有主要的组织都断裂，几乎是完全离断

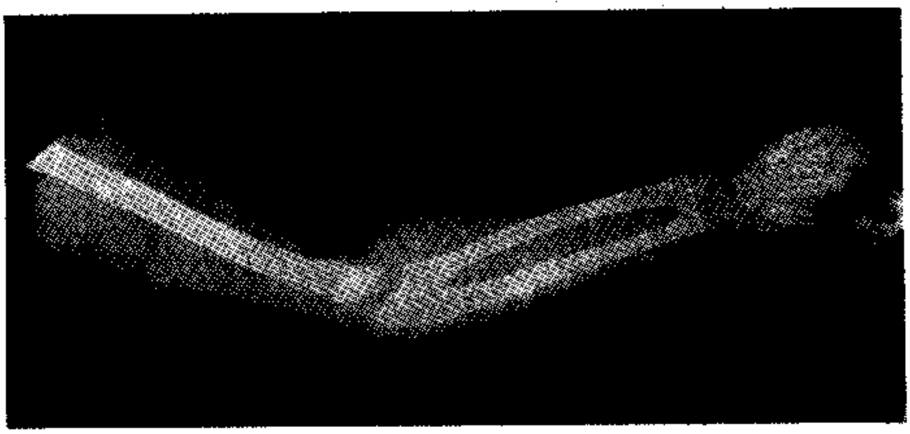


图 9·2 同一上肢的X线片，显示有肱骨下端骨折。决定不进行肢体再植。但在这个年龄，断肢再植以后是可能获得功能结果的

的和感情的因素。如果可能，应把情况完全告诉病人并由他参与作出决定。最终的决定常常要到手术时才能作出，但是在对病人的处理上要当作准备再植来对待。再植的手与一些遭受严重捻挫伤或灼伤而没有离断的手相比较，有较好的功能恢复和需要较少的康复锻炼。还有，对于前者来说，其住院和功能锻炼的时间，都较后者明显为短。

初看一个创伤严重的肢体伴有相当量的组织缺损，但经仔细检查后，可以发现只是组织错乱而实际只有少量缺损。各类组织的损伤情况可在清创时进一步了解。离断肢体的损伤情况是十分重要的。陈（1972）报告过上海市第六人民医院有10例两处损伤的病例，其中6例成活。损伤类型的精确病史是很重要的，因为一个错误的或不完整的情况能导致错误的决定。斩断伤（少见）和中度捻挫伤适于进行再植手术，但撕脱伤不仅在再植方面，而且也包括二期修复都是十分困难的。在这种情况下，皮肤、肌肉和骨有普遍的损伤，是否进行再植值得怀疑。陈(1972)也支持这个观点(图9·3，9·4，9·5)。同样，如果在常温缺血时间超过6小时，由于肌肉坏死，再植也不可能获得成功。当截肢水平在肘关节以上，均衡地对肌肉降温是更为困难，特别是在，或者是接近截肢水平的部位。曾观察到肌肉间隔有节段性的血管再形成，而在另一组没有血流。在手部如果建立了血循环，而前臂肌肉没有重建血循环，外科医生不应继续进行再植而应截除这



图9·3　严重的复合损伤，上肢在肘关节以上部位几乎完全离断，不宜进行再植

个胳膊。这说明在肘关节以上的撕脱伤，特别是由于汽车车祸造成的意外事件，再植成功的可能性很小。严重的，被撕拉的神经不能很好的再生，在主要血管有类似的纵形损伤会产生内膜损伤而导致血栓形成。严重的撕脱伤再植的失败率很高，即使再植成功也不能获得满意的功能。



图 9·4 左肘关节以上几乎完全离断，组织广泛挫挫。进行了断肢再植但未获得成功



图 9·5 同一病人的X线片示尺骨和桡骨骨折

麻醉

早期，对所有再植的病例都使用全身麻醉，而现在，在成人中手术开始时使用长效的区域麻醉同时使用静脉注射的镇静剂。如果病人出现乱动不安，则很容易改成全身麻醉，但应该避免使用氟烷，因为手术后有颤抖的危险。这些有关治疗方面的问题在以前的章节中已有详细叙述。陈（1972）认为再植手术不宜进行针刺麻醉。

器械

一套普通的手部外科手术器械和处理大的骨折的矫形外科器械即足够用的。另外再

附加显微外科器械包。在手部和腕部，进行血管修复可用 10-0，而在前臂和上臂则可用 8-0 到 10-0 的无创伤尼龙缝合针线。

手术中降温

降温应该继续进行，直到第一条动脉吻合结束。降温的主要的有益作用可能是降低组织的总的新陈代谢，降低需氧量以及减少代谢废物的蓄积。实验性降温，在缺血期前即对肢体降温，能减少手术后的水肿(Eiken 等,1964)，增加手术后的血流量以及减少手术



图 9·6　21 岁的渔民，左前臂撕脱性截肢。重建血运前降温缺血时间为 20 小时

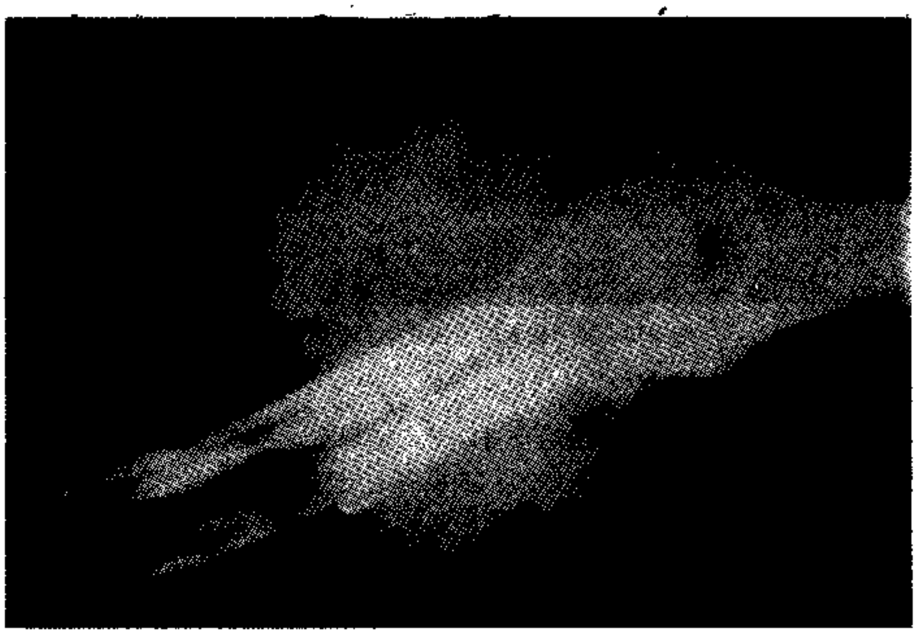


图 9·7　同一病人的 X 线片



图 9·8 再植后一年，骨缩短8公分，掌侧曾行游离植皮。两点鉴别试验为2.5公分，但手指活动很受限



图 9·9 再植后一年，肘关节屈曲良好

后休克和死亡率（Eiken 等 1964；Hammel 和 Moe 1964）。在我们治疗的断肢再植成功的病人中，最长的冷缺血时间为20小时（图9·6～9·10）。在中国，有2例缺血时间（主要是降温保存的）超过30小时。总而言之，时间迟延得越长，成功的机会越少，同时对小血管造成的损伤越大（Hayhurst 等1975）。做到完全降温是很困难的。将冷冻剂及冰块装在无菌的塑料口袋内，根据离断部分的大小，将它包绕在肢体上进行降温。暴露的肌肉不能充分地降温。

灌注的价值

没有结论性的证据支持离断的肢体需要灌注。临床上断肢病例的报告常常强调在灌注时没有冲出血凝块，而且灌注的液体是清亮的。截肢发生以后，在离断肢体中，靠血管内的压力立即将血液排空。在没有扩张力的情况下，血管的张力导致血管收缩使血液流出。从而可以解释离断肢体是苍白的和肢体灌注液中缺乏血液这一特征。少量的血液

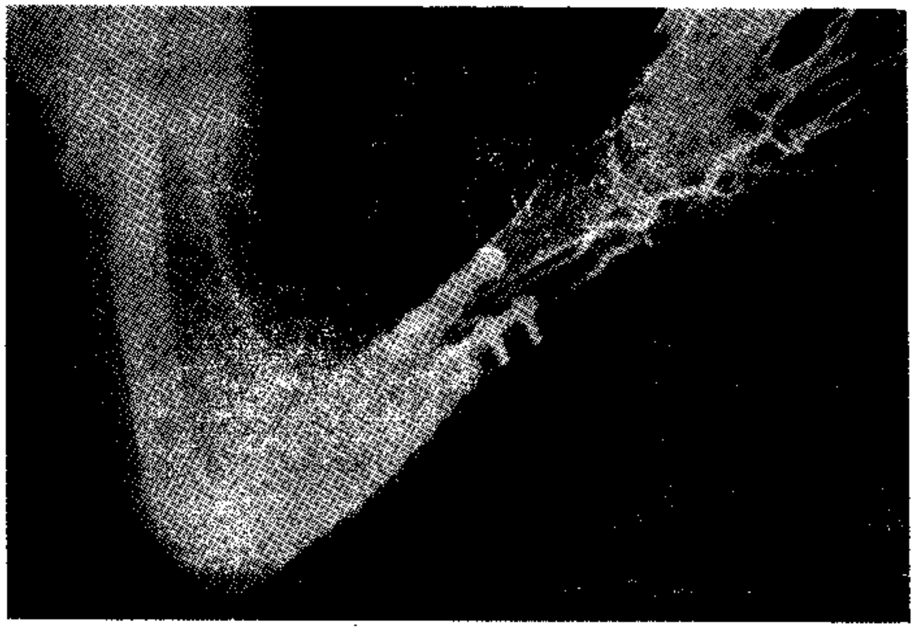


图 9·10　4 个月后动脉造影显示尺动脉通畅良好。骨折愈合明显

遗留在微小的血管内能起到有益的缓冲剂的作用，防止这些组织的 pH 值下降，以保护血管内膜。在双重损伤中，灌注和减少了的液体回流量，可作为远端血管损伤的指征，而这部分损伤的血管是要首先修复的（陈 1972）。较低水平的损伤可以是简单或是复合伤，在失了血的肢体上组织损伤的范围常常是很难判断的。

清创

首先进行大致的清创。4 倍的 Keeler 式放大眼镜对早期的解剖和清创是很有用的。然后用两个显微镜对截肢残端和断面作更精细的检查，以辨认和准备损伤的血管、神经和其他组织。接联远端肢体未损伤的皮肤桥，由于有重要的淋巴和静脉回流应予保留。在行断肢再植手术时，显微镜可调节在最低的倍数，两个术者在对残端和断面检查时能比较他们发现的情况。在上臂和前臂，常常在最低倍显微镜下修复血管。在腕部和手部，放大倍数应调到较高的程度。

骨缩短

每个病例将骨端适当地缩短以允许重要组织如血管和神经的对合。骨缩短和骨固定要简单和迅速地进行。骨固定的不同方法，包括有钢板、克氏针和髓内针均可使用，根据骨损伤的情况的不同而各有其价值。1972 年 Malt 曾提出在某些病例中使用加压钢板是有利的。陈（1972）推荐可能时将骨断端做成台阶状，可以只用一个螺钉予以固定，他并同时缝合骨间膜。他报告有 5 % 的病例发生骨不连合，这些病例在以后都采用髂骨松质骨植骨得到解决。在我们的成功病例中，在上肢只有一根桡骨发生不愈合，而尺骨愈合得满意。这些骨折的缩短一般至少 3 厘米，而在我们病例中最多的短缩 10 厘米。陈报告中最大的切除是18厘米，平均 8 厘米。实验工作（Furnas 1970）证明在年轻人骨的生长没有由于再植而受到干扰，陈的病例组（1972）也从临床经验中证实这点。

经过腕关节截肢的病例，可以切除近排腕骨（图 9·11～9·13）。但如果截面通过腕



图 9·11　25 岁妇女被斧子砍伤，造成左手经腕关节的斩断性截肢

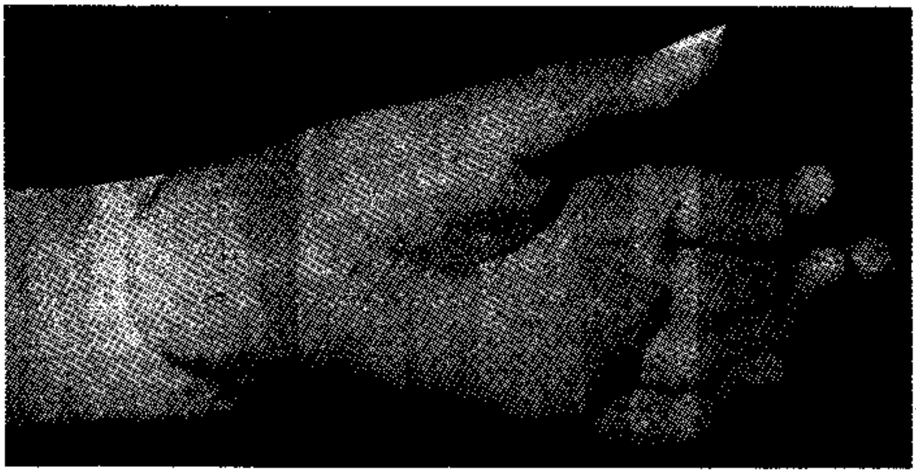


图 9·12　全部组织一期修复后完全成活。手术后 8 周，肿胀消退

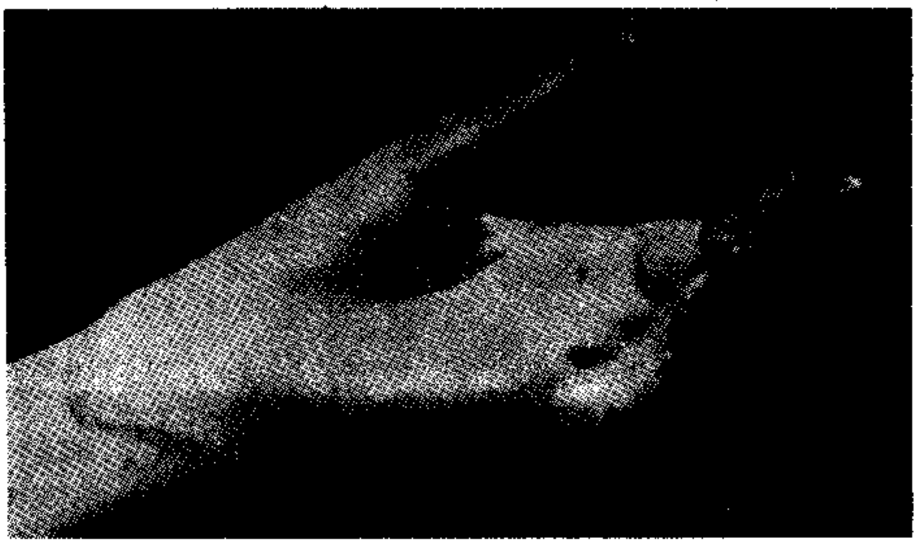


图 9·13　同一病人 3 个月时，在没有感觉的手指尖部造成浅灼伤

中关节，则切除远排腕骨以保存腕关节（图9·14～9·20），并可获得很好的关节活动范围。



图 9·14　28岁，男，织毯机伤，左手经腕中关节截肢

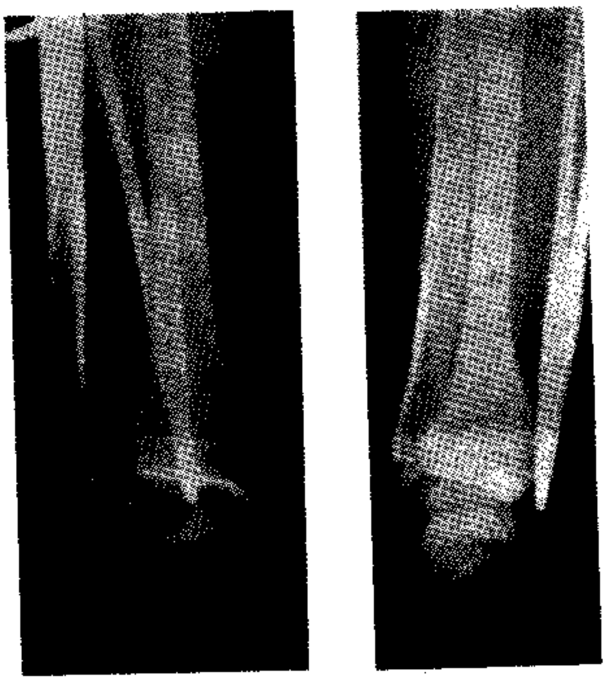


图 9·15　与9·14同一患者的残端X线片



图 9·16　离断手的X线片，显示经腕中关节离断伴有第1掌骨骨折（与9·14同一患者）

肌肉和肌腱

在前臂部肌肉肌腱连接点以上，如果可能，首先修复大的肌肉，以免损伤脆弱的血管吻合处。在这个截肢部位有很多肌肉，根据我们的经验大力提倡在骨固定以后，立即进行动脉吻合，以使对缺血敏感的肌肉恢复血运。在肌肉肌腱连接点以下，伸腕肌和伸指肌开始先缝合，紧接着吻合至少2条大的背侧静脉。然后，在掌侧动脉吻合完成后再修复5条屈指深肌腱和桡侧腕屈肌腱。



图 9·17　与 9·14 同一患者的 X 线片，近排腕骨切除，手和尺桡骨固定在一起，第一掌骨骨折以螺丝钉固定

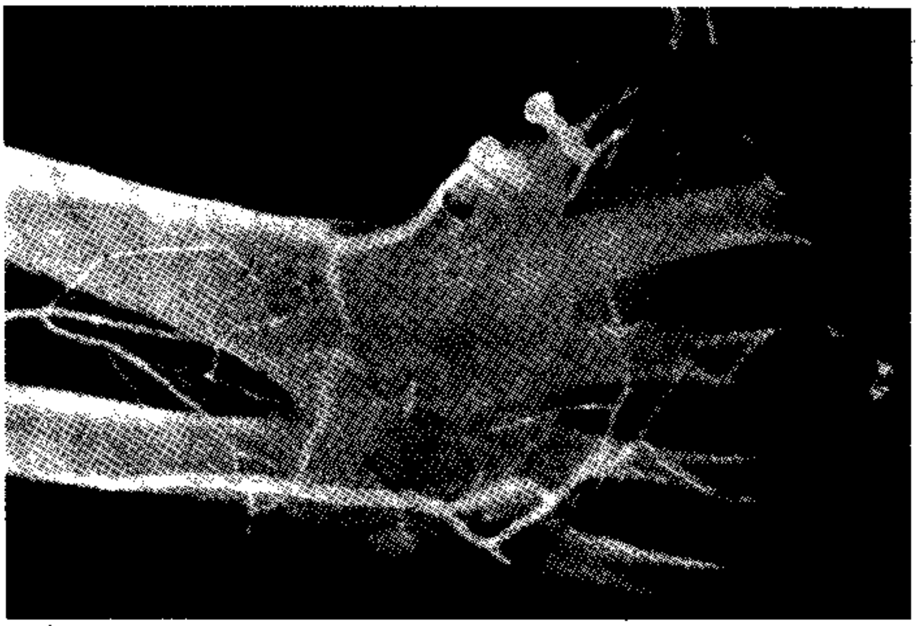


图 9·18　术后 4 个月作动脉造影，显示尺动脉和桡动脉均通畅

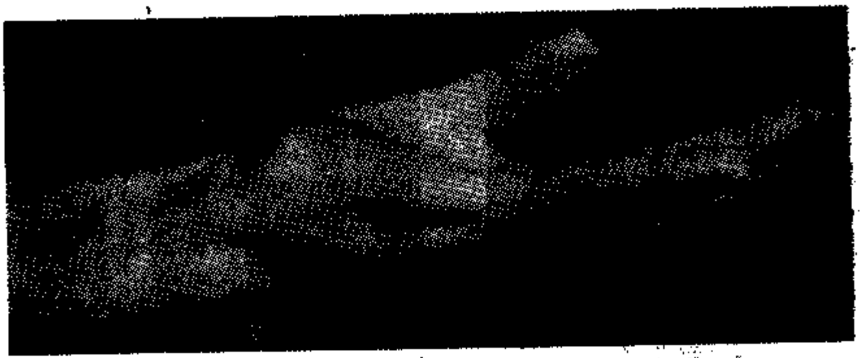


图 9·19　与9·14同一病人，术后一年手指可完全伸展

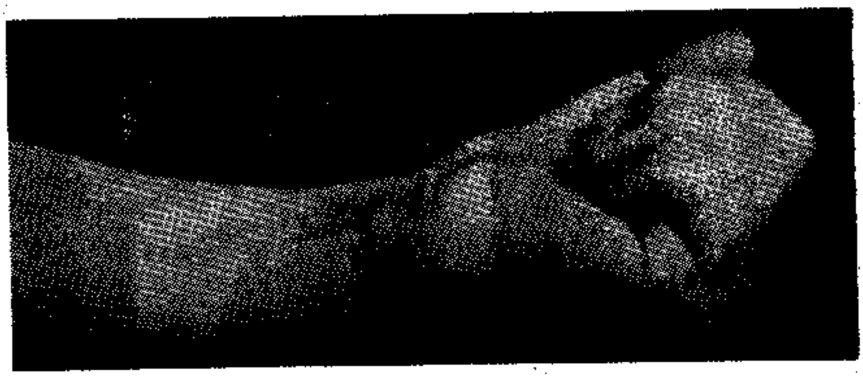


图 9·20　与9·14同一患者，术后一年屈曲完全

血管吻合

要强调严格遵守临床显微外科的诸原则。

1. 只有正常的血管和有正常血流才能行血管缝合。血管的外观要通过显微镜进行判断，而且近端血管应立即有血流出。应该切除任何受损伤的血管。任何经过按摩或以插入导管才获得血流的，都说明血管不正常，而这些血管必将形成血栓。

2. 只有口径相近的血管可以修复。否则可在一侧血管作斜形切除，以得到较好的相互对称。

3. 推荐端对端的血管吻合，端对侧吻合偶可采用。血管应该在正常的张力下和以正确的针距进行缝合。

4. 应该避免血管曲折和扭曲。

任何血管缺损可以用静脉置入。移植的静脉常取自对侧前臂屈侧，足背部和腹股沟的隐静脉区。所有血管修复都用间断缝合。如果缺血期比较短，可首先吻合最大的静脉。大约地说，缝合静脉的数目约二倍于动脉，通常应吻合动脉的伴行静脉。吻合这些伴行静脉在降低深部肌间隔的张力方面可能有效。不适于吻合的静脉应予以结扎以减少术后出血。如果缺血期较长，特别当离断肢体没有进行降温处理，应该首先修复动脉。主要的静脉可任其出血到这些静脉也被吻合为止。在这种情况下，可以预期有相当量的出血。当动脉吻合完成以后，要仔细地检查肌肉的血循环，如果肌肉没有获得血运，那就不值得再继续进行手术。

在我们的病例中在上肢没有毒性的代谢产物蓄积而发生中毒的记录，我们认为这是

由于这些病例进行了降温处理的较早，它能充分地抑制代谢，一旦血运建立后，可以有效地防止释放任何大量的毒性产物。

神经

只要可能，就应进行一期神经修复。在骨缩短的情况下，这点是常常可以做到的。外膜缝合是常用的方法，束间缝合可以得到较好的效果。在行断肢再植手术时，除非估计神经修复后恢复保护性的感觉的可能性较大，否则神经手术可不必立即进行。这点在撕脱伤的病例中，神经断裂伴有长段损伤时常可遇到。在偶然的情况下，当有重大的神经缺损时，可以进行神经的第一期带蒂移植术，将尺神经的近端与正中神经的近端相吻合。在缺损较小时，可选用神经束间缝合或腓肠神经移植。再植手术的目标是尽可能获得各断离组织的早期连结。这点特别重要，因为在致密的疤痕组织中，二期手术会遇到很多困难。

皮肤闭合

骨缩短使得伤口皮肤较易对合。当首先进行动脉吻合后，由于肿胀使得皮肤不能闭合。可以应用植皮，在我们的病例中没有需要行皮瓣移植的。在再植手术中完善的一期皮肤愈合的重要性不能过份强调。特别是断肢在前臂中段以上的，在一些病例中需要行减张手术。但这点在断手再植是不需要的。陈（1972）对大的断肢再植病例中不作常规减张。肢体可用一个简单的，掌侧石膏夹板制动，暴露手或足背侧。避免环形包扎并将肢体抬高到比心脏稍高的水平。

术后处理

每小时观察皮肤的颜色，毛细血管反应和温度。应尽量减少对伤肢的干扰，几天内不要交换敷料。在伤口周围不能存有收缩性的积血块，因为这些能妨碍静脉回流。室温要保持舒适和温暖的水平。在至少10天内要保持患肢抬高以减轻水肿。有规律地检查血色素和血球容积比并给以适当的补充。从手术中就开始使用青霉素，并每日4次从静脉给予胺苄青霉素0.5克，共约使用10天。禁止病人吸烟。

在断肢再植中，使用抗凝剂并没有什么价值，实际上抗凝剂能导致有相当多的并发症。陈（1972）认为高压氧在手术后阶段有时有用。

制动应持续6～8周，然后开始活动手指、腕关节以及肘关节，并有指导的进行经常的物理治疗。利用某些医疗辅助机构如社会工作者和室内工厂来帮助进行康复锻炼，对于将来的功能和鼓舞病人的精神状态都是非常重要的。

术后并发症

断肢再植病例都发生一些肿胀，但在断手再植时，如果修复了足够的静脉，肿胀很轻。在较近端的断肢，当手术结束时肿胀已很明显，则必需进行深部间隔的减张手术。有时，在手术后早期需要减张手术，创面可行或不进行植皮。

淋巴系统在手术后四天内开始再生，这些新建立的通道对于减少水肿可能起重要作用（Reichut，1926）。

动脉血运的不足

毛细血管反应缓慢，皮肤呈蓝白色花斑，皮温降低，手指指腹空虚感以及摸不到桡或尺动脉的搏动，是为动脉供血不足的指征。应采取措施将肢体放在较低位置。但通过上述处理后皮肤的颜色和毛细血管反应没有改进，应立即进行探查手术，重新吻合动脉，

由于这些病例进行了降温处理的较早，它能充分地抑制代谢，一旦血运建立后，可以有效地防止释放任何大量的毒性产物。

神经

只要可能，就应进行一期神经修复。在骨缩短的情况下，这点是常常可以做到的。外膜缝合是常用的方法，束间缝合可以得到较好的效果。在行断肢再植手术时，除非估计神经修复后恢复保护性的感觉的可能性较大，否则神经手术可不必立即进行。这点在撕脱伤的病例中，神经断裂伴有长段损伤时常可遇到。在偶然的情况下，当有重大的神经缺损时，可以进行神经的第一期带蒂移植术，将尺神经的近端与正中神经的近端相吻合。在缺损较小时，可选用神经束间缝合或腓肠神经移植。再植手术的目标是尽可能获得各断离组织的早期连结。这点特别重要，因为在致密的瘢痕组织中，二期手术会遇到很多困难。

皮肤闭合

骨缩短使得伤口皮肤较易对合。当首先进行动脉吻合后，由于肿胀使得皮肤不能闭合。可以应用植皮，在我们的病例中没有需要行皮瓣移植的。在再植手术中完善的一期皮肤愈合的重要性不能过份强调。特别是断肢在前臂中段以上的，在一些病例中需要行减张手术。但这点在断手再植是不需要的。陈（1972）对大的断肢再植病例中不作常规减张。肢体可用一个简单的，掌侧石膏夹板制动，暴露手或足背侧。避免环形包扎并将肢体抬高到比心脏稍高的水平。

术后处理

每小时观察皮肤的颜色，毛细血管反应和温度。应尽量减少对伤肢的干扰，几天内不要交换敷料。在伤口周围不能存有收缩性的积血块，因为这些能妨碍静脉回流。室温要保持舒适和温暖的水平。在至少10天内要保持患肢抬高以减轻水肿。有规律地检查血色素和血球容积比并给以适当的补充。从手术中就开始使用青霉素，并每日4次从静脉给予胺苄青霉素0.5克，共约使用10天。禁止病人吸烟。

在断肢再植中，使用抗凝剂并没有什么价值，实际上抗凝剂能导致有相当多的并发症。陈（1972）认为高压氧在手术后阶段有时有用。

制动应持续6～8周，然后开始活动手指、腕关节以及肘关节，并有指导的进行经常的物理治疗。利用某些医疗辅助机构如社会工作者和室内工厂来帮助进行康复锻炼，对于将来的功能和鼓舞病人的精神状态都是非常重要的。

术后并发症

断肢再植病例都发生一些肿胀，但在断手再植时，如果修复了足够的静脉，肿胀很轻。在较近端的断肢，当手术结束时肿胀已很明显，则必需进行深部间隔的减张手术。有时，在手术后早期需要减张手术，创面可行或不进行植皮。

淋巴系统在手术后四天内开始再生，这些新建立的通道对于减少水肿可能起重要作用（Reichut, 1926）。

动脉血运的不足

毛细血管反应缓慢，皮肤呈蓝白色花斑，皮温降低，手指指腹空虚感以及摸不到桡或尺动脉的搏动，是为动脉供血不足的指征。应采取措施将肢体放在较低位置。但通过上述处理后皮肤的颜色和毛细血管反应没有改进，应立即进行探查手术，重新吻合动脉，

的病例，是发生在肘关节以上。

静脉血运的不足

可通过再植部分的温度下降，皮肤呈涨红的紫色，同时毛细血管反应加快以及指腹的充实感和张力较大等现象来认识。可将肢体进一步抬高，但如果这些处置失败，可立即进行第二次手术，改进血管吻合，或移植一段静脉。推迟进行二次手术，会导致动脉

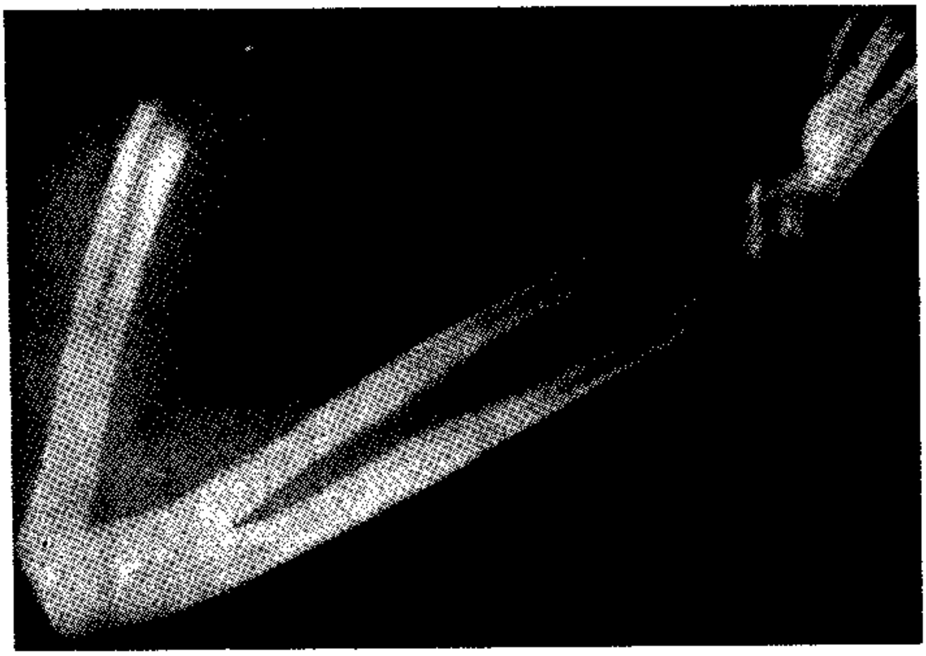


图 9·23 断臂的X线片



图 9·24 与9·21同一患者，断肢再植后手的血循环良好。但有魏氏梭状芽胞杆菌感染而需要早期行再截肢

吻合处继发栓塞。

感染和组织坏死

这两种并发症也是手术失败的原因。很明显，尽管经过彻底的清创，但由于不充分的降温和转运缓慢以至推迟血管的重建，可导致断肢创面，伤肢的某段或整个肢体的肌肉坏死。肌肉坏死可作为是感染形成的病灶，曾遇到2例（图9·21～9·24）。常能培养出来的细菌是大肠杆菌和荚膜杆菌（Ramirez 等1967，Inouyc 等，1967）。

彻底的清创和尽早地重建血管是处理环节中的重要关键。严重的感染并有广泛的肌肉坏死，或者单纯广泛的肌肉坏死都需要立即行再截肢的手术。

断足再植

一个二岁的男孩被他的父亲驾驶的拖拉机通过高草地时截断了他的右足。截肢线是通过踝关节，同时还伴有胫骨下端骨折，并破坏了胫骨下方的骨骺（图9·25～9·30）。一些肌腱的修复手术留待二期处理。踝关节出现了外翻畸形，不久的将来准备做关节融合术。这个男孩穿一套简单的支具能够跑步和踢足球。足趾活动良好，感觉正常。他的双脚穿的是同样大小的鞋，而再植的脚比正常侧的只轻度狭小。

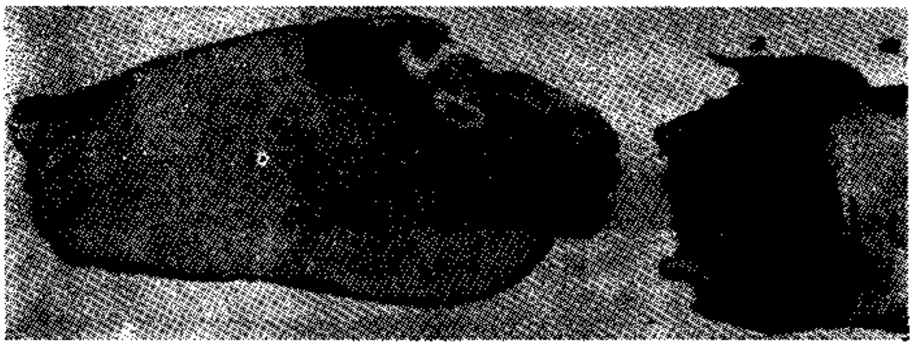


图9·25　2岁男孩经左踝关节截肢

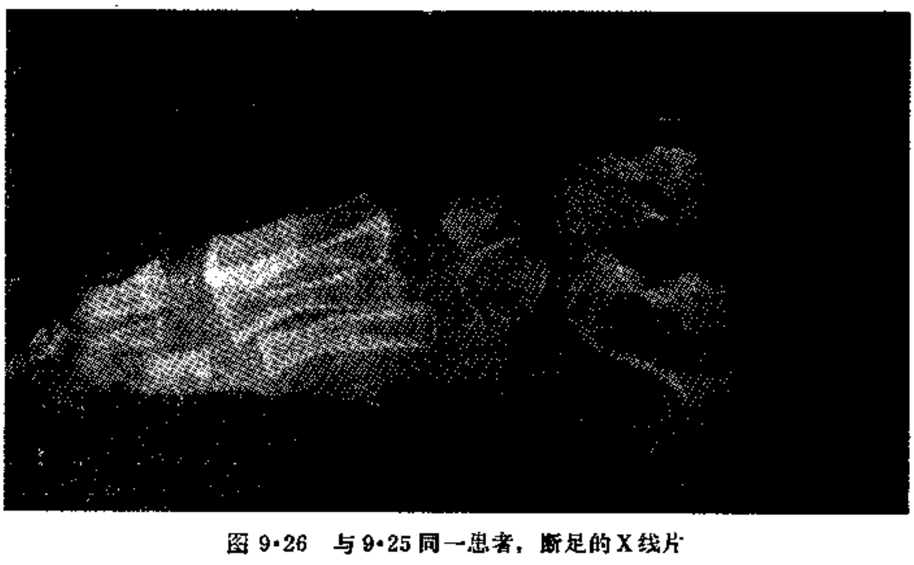


图9·26　与9·25同一患者，断足的X线片

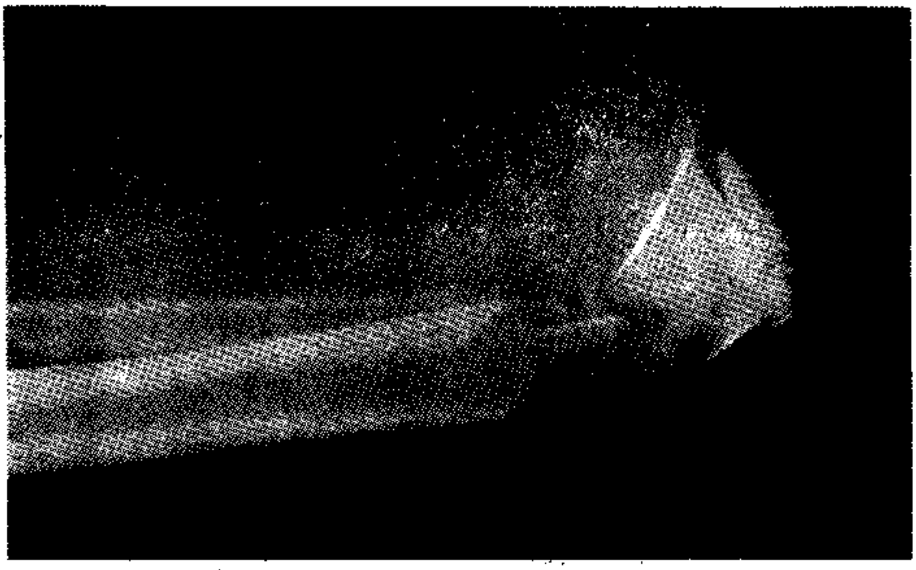


图 9·27 与9·25同一患者，X线片显示胫骨远端骨折，并有胫骨骨骺损伤

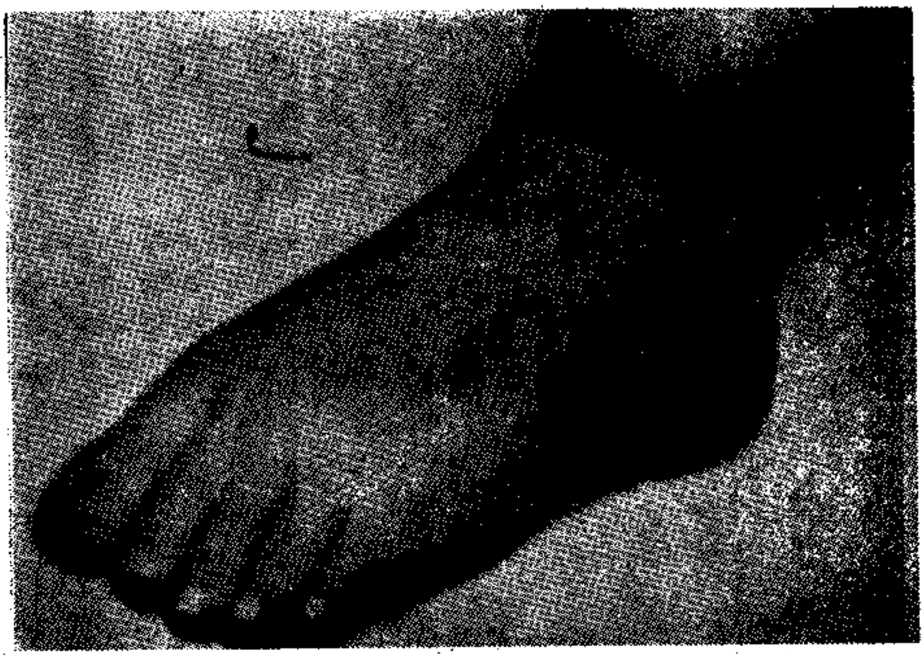


图 9·28 组织完全修复，断足再植成功。有外翻畸形，后期需做关节融合手术

在两侧下肢损伤时，有时有机会将一只脚移植到对侧腿上。在中国曾有过2例报告(O'Brien 1974)。不管怎么说，如果是有生活力的，并有感觉的足跟要比Symes截肢更有价值。在足移植骨固定以后，如果移植足上的这些组织能保留足够的长度时，血管、神经和肌腱排列对接并无困难。

结果

上肢共有17例断肢再植，13例再植成功（8例完全离断，5例不全离断）。有4例失败，包括2例不全离断和2例完全离断，均为上肢。有2例在离断的部位发生感染，



图 9·29　手术后四个月动脉造影显示胫后动脉通畅

而这 2 个肢体都在手术后早期需要截肢。由于有致密的疤痕组织，二期手术是困难的，应该推迟到六个月后再考虑。可能需要作肌腱手术和神经移植。

7 例完全离断的断手包括 2 例从腕中关节离断的再植成功的病例中，有 5 例手指和腕关节都获得良好的屈伸功能，其余的断手再植的病例随诊不够。在 3 例断手再植的病例中需要施行肌腱移位以恢复拇指对掌功能。建议在尺侧留下 2 根近端较长的屈指浅肌腱，作为在晚期为对掌肌腱移位时的备用动力（图 9·31～9·37）。



图 9·30　手术后 2 年比较双足的大小。再植的左足与正常侧的大小相似。病人的双足穿同一尺码的鞋



图 9·31　左前臂下端轧断伤，在其他医院进行过灌注

在大的断肢再植成功以后较长的时间内都能获得两点鉴别试验恢复到 2～2.5 公分，并具有保护性的感觉以及适当的质地感。

运动功能是受限的，无例外的可以见到小肌肉萎缩，常有手内在肌阴性体征。在前臂下⅓以上的完全离断和不全离断的再植成功的病例，由于伤及肌肉而发生肌肉萎缩、纤维化以及手指活动的明显受限。这些病例的活动范围和在腕部或紧靠腕上部的再植成功的病例相比，结果是不相同的。然而，有一定范围的手指活动并同时有保护性的感觉，比之截肢或安装义肢更好。没有因为疼痛或其他不适之处而作过晚期截肢的。

在成功的病例中，除最近期者外，所有的病人，虽然常常没有恢复他们原来的职业，但都恢复了工作。

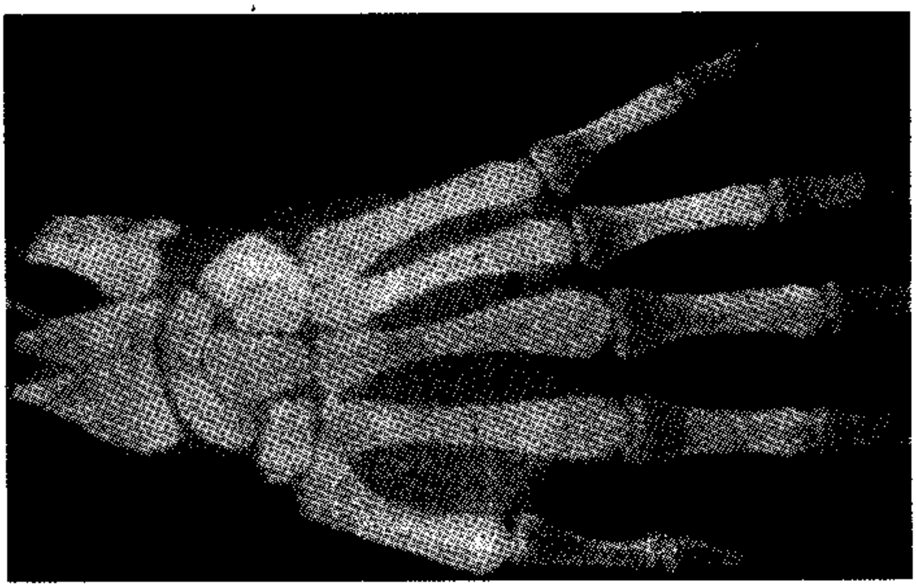


图 9·32　与 9·31 同一患者，经尺桡骨远端离断的X线片

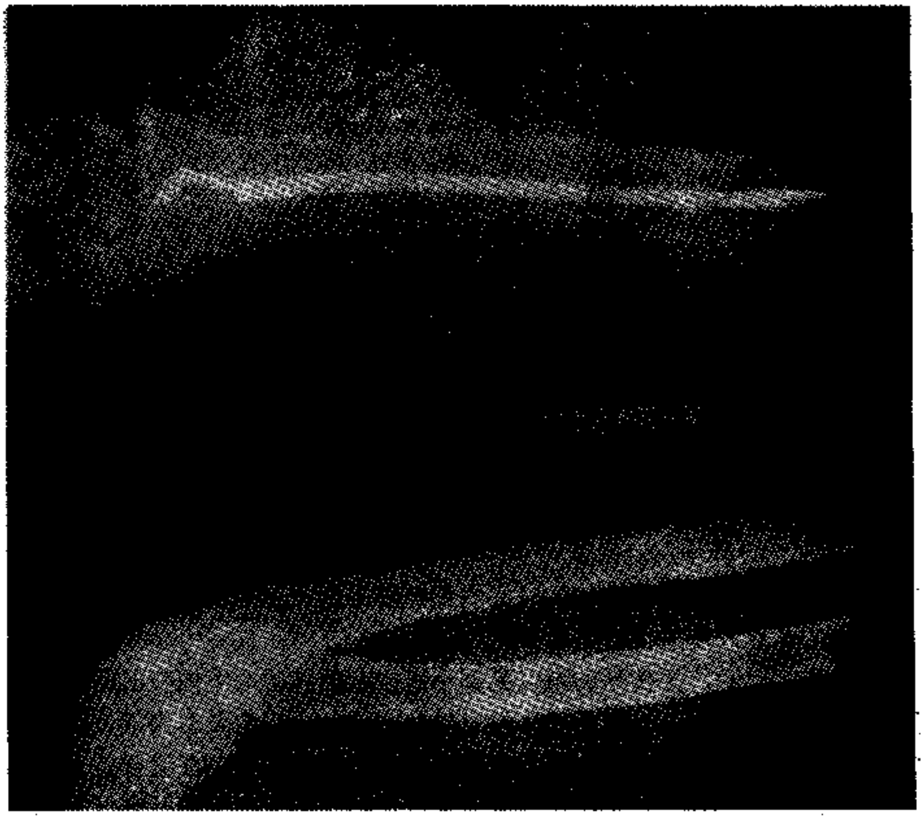


图 9·33　X线片（与 9·31 同一患者）

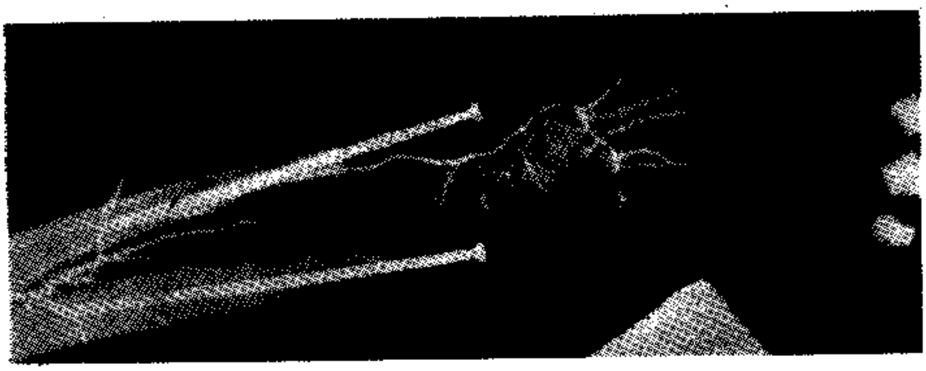


图 9·34　术后6个月作动脉造影显示桡动脉通畅，尺骨已愈合，桡骨骨不连接

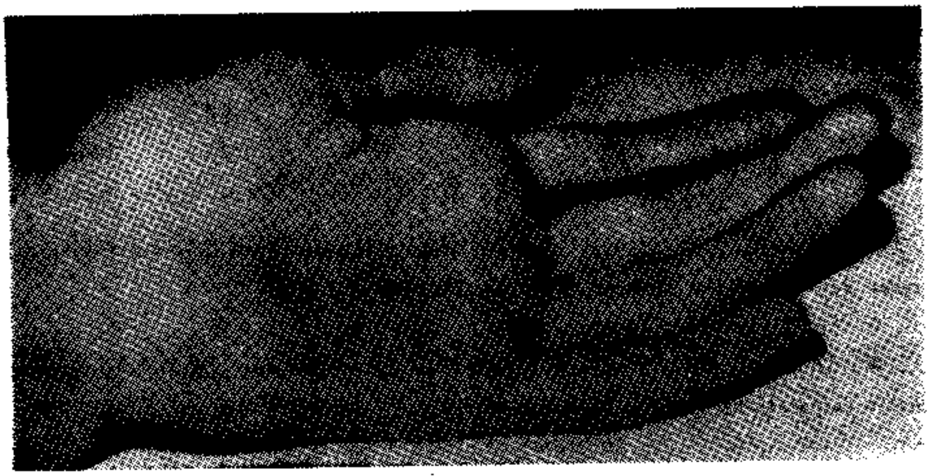


图 9·35　术后15个月手指伸展良好，在再植术后5个月时以腓肠神经束间移植置入到尺神经的缺损处，病人所有的指端的两点鉴别试验均可达2.5公分

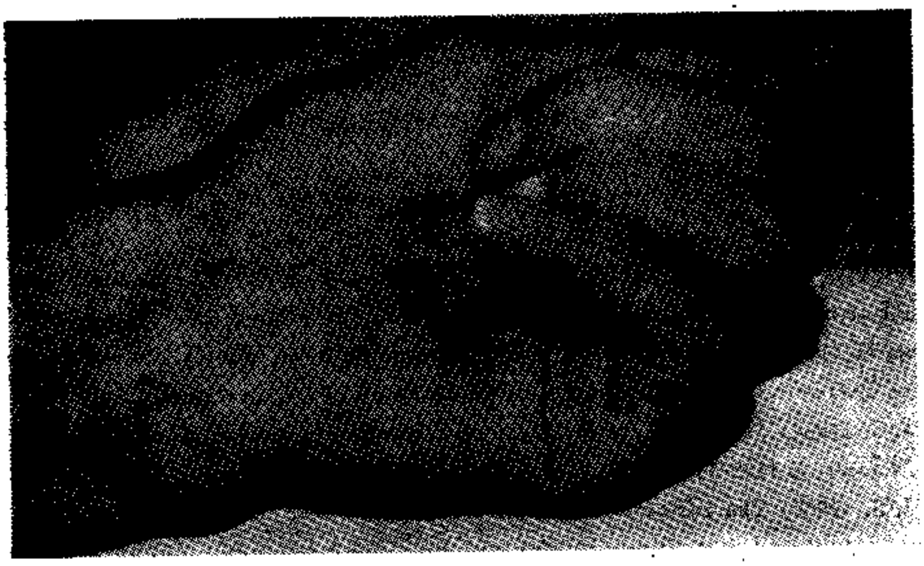


图 9·36　几乎正常的屈曲功能

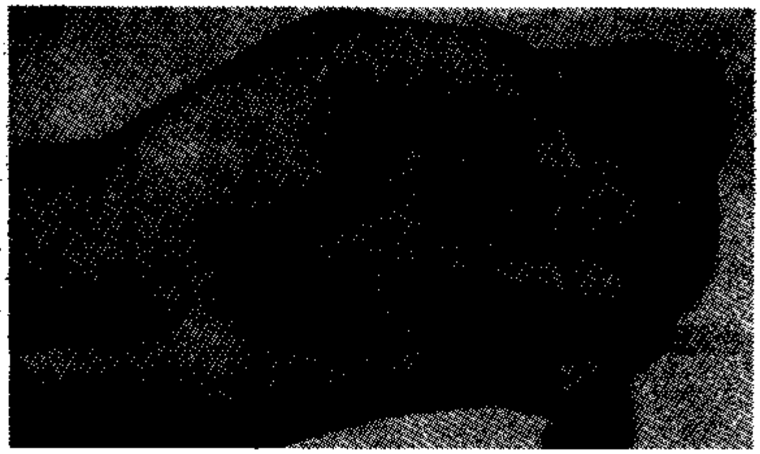


图 9·37　用移植肌腱以延长屈指浅肌腱来行拇指外展功能重建手术，
手术后三个月拇指与中指相对

（卢家泽　王澍寰）

参考资料

Carrel, A. & Guthrie, C. C. (1906) Complete amputation of the thigh with replantation. American Journal of the Medical Sciences, 131, 297-301.

Ch'en, C. W. (1972) Personal communication.

Ch'en, C. W., Ch'ien, Y. C. & Pao, Y.S. (1963) Salvage of the forearm following complete traumatic amputation; Report of a successful case. Chinese Medical Journal, 82, 633-638.

Ch'eng, S. S. (1972) Personal communication.

Chi Sui-Tan Hospital, Peking (1973) Replantation of severed limbs, analysis of 40 cases. Chinese Medical Journal, 6, 323-330 passim.

Eiken, O., Nabseth, D. C., Mayer, R. F. & Deterling, R. A. Jr. (1964) Limb re-implantation. (1) The technique and immediate results. (2) The pathophysiological effects. (3) Long term evaluation. Archives of Surgery, 88, 48-53; 54-65; 66-77.

Furnas, D.W. (1970) Growth and development in replanted forelimbs. Plastic and Reconstructive Surgery, 46, 445-453.

Hammel, A. L. & Moe, J.H. (1964) Effect of total ischaemia on hind limbs of dogs subjected to hypothermia. Surgery, 55, 274-280.

Hayhurst, J. W., O'Brien, B. McC., Ishida, H. & Baxter, T. J. (1974) Experimental digital replantation after prolonged cooling. The Hand, 6, 134-141.

Hopfner, E. (1903) Ueber Gefassnaht, Gefasstransplantationen und Replanation von amputierten Extremitaten. Archiv fur Klinische Chirurgie, 70, 417-471.

Horn, J. S. (1964) Successful reattachment of a completely severed forearm; a commentary. Lancet, i, 1152-1154.

Horn, J. S. (1969) The reattachment of severed extremities. In Recent Advances in Orthopedics. ed. Apley, A. G. pp 47. London; Churchill.

Inouye, T., Toyoshima, Y., Fukusumi, H., Uemichi, A., Inui, K., Harada, S., Hirohashi, K.,

Kotani, T. & Shiraha, Y. (1967) Replantation of severed limbs. Journal of Cardiovascular Surgery 8, 31-39.

Kleinert, H. E. & Kasdan, M. L. (1963) Salvage of devascularized upper extremities, including studies on small vessel anastomoses. Clinical Orthopaedics, 29, 29-38.

Kleinert, H. E., Kasdan, M. L. & Romero J. L. (1963) Small blood vessel anastomosis for salvage of the severely injured extremity. Journal of Bone and Joint Surgery, 45A, 788-796.

Lapchinsky, A.G. (1960) Recent results of experimental transplantation of preserved limbs and kidneys and possible use of this technique in clinical practice. Annals of the New York Academy of Sciences, 87, 539-571.

Malt, R. A. & Mc Khann, C. (1964) Replantation of severed arms. Journal of American Medical Association, 189, 716-722.

Malt, R. A., Remensnyder, J. P. & Harris, W. H. (1972) Long term utility of replanted arms. Annals of Surgery, 176, 334-342.

McNeill, I. F. & Wilson, J. S. (1970) The problems of limb replacement. British Journal of Surgery, 57, 365-377.

O'Brien, B. McC. (1974) Replantation surgery in China. Medical Journal of Australia, 2, 255-259.

O'Brien, B. McC. & Haw, C. S. (1976) Microsurgical reattachment of traumatic amputation, the role of the ambulance officer. Journal of the Institute of Ambulance Officers (Australia) 1, (3) 2-4.

O'Brien, B. McC., MacLeod, A. M., Hayhurst, J. W., Morrison, W. A. & Ishida, H. (1974) Major replantation surgery in the upper limb. The Hand, 6, 217-228.

Ramirez, M. Z., Duque, M., Hernandez, L., Londono, A. & Cadavid, A. & Cadavid, G. (1967) Reimplantation of limbs. Plastic and Reconstructive Surgery, 40, 315-324.

Reichert, F. L. (1926) Regeneration of lymphatics. Archives of Surgery (Chicago), 13, 871-881.

Reichert, F. L. (1931) The importance of circulatory balance in the survival of replanted limbs. Bulletin of John Hopkins Hospital, 49, 86-93.

Shorey, W. D., Schneewind, J. H. & Paul, H. A. (1965) Significant factors in the reimplantation of an amputated hand. Bulletin of the Society of International Chirurgie, 24, 44-49.

Sixth People's Hospital, Shanghai (1967) Reattachment of traumatic amputations. A summing up of experience. China's Medicine, 5, 392-402.

Sixth People's Hospital, Shanghai, Severed Limb Replantation Research Unit (1973) Developments in reimplantation of limbs and fingers. Chinese Medical Journal, 1, 3-10 (English abstract).

Snyder, C. C., Knowles, R. P., Mayer, P. W. & Hobbs, J. C. (1960) Extremity replantation. Plastic and Reconstructive Surgery, 26, 251-263.

Williams, G. R., Carter, D. R., Frank, G. R. & Price, W. E. (1966) Replantation of amputated extremities. Annals of Surgery, 163, 788-794.

10. 断指再植术

离断手指的再植在获得成功和满意的功能方面都具有困难。虽然再植的早期成活取决于血管吻合，但它的晚期功能却取决于神经、肌腱和骨的适当修复。因此，对离断部分再植的决定，必须依据对各类组织修复后可能得到的效果的了解来作出。不吻合小血管而将末节离断的手指再植，曾由 Douglas 在1959年首先报告过。本书作者在 1958 年施行过 10 例这类手术，手术后进行降温，在远侧指间关节以远的再植获得数例成功。

实验性断指再植

Buncke 和 Schultz 在 1965 年曾报告，将恒河猴的拇指、示指和大鱼际肌进行再植，吻合了头静脉和桡动脉，在 9 例中获得一例成功。Douglas（1959）用猴作手指再植，不吻合血管，离断水平在近端指间关节，并获得一定数量的成功。O'Brien 和 Baxter（1974）报告用短尾猴经第二掌骨远端离断并进行再植，在 11 例再植中获得 2 例示指的长期成活。吻合了尺侧指动脉和 2 条背侧静脉、而只有当使用抗菌素和抗凝剂时才获得成功。这些血管的外直径测量为 0.5～0.6 毫米，这要比人的相当部位的指血管（直径 1～1.5 毫米）要细得多。掌骨缩短并用髓内针作制动。指神经、伸肌腱和屈肌腱做了修复。

17 条血管作了组织学的检查，9 条动脉中 5 条通畅，8 条静脉中 5 条通畅。在术后 1～2 周，通畅的动脉血管壁上可见有中等量的血栓，但仅有一例造成阻塞。内膜下增

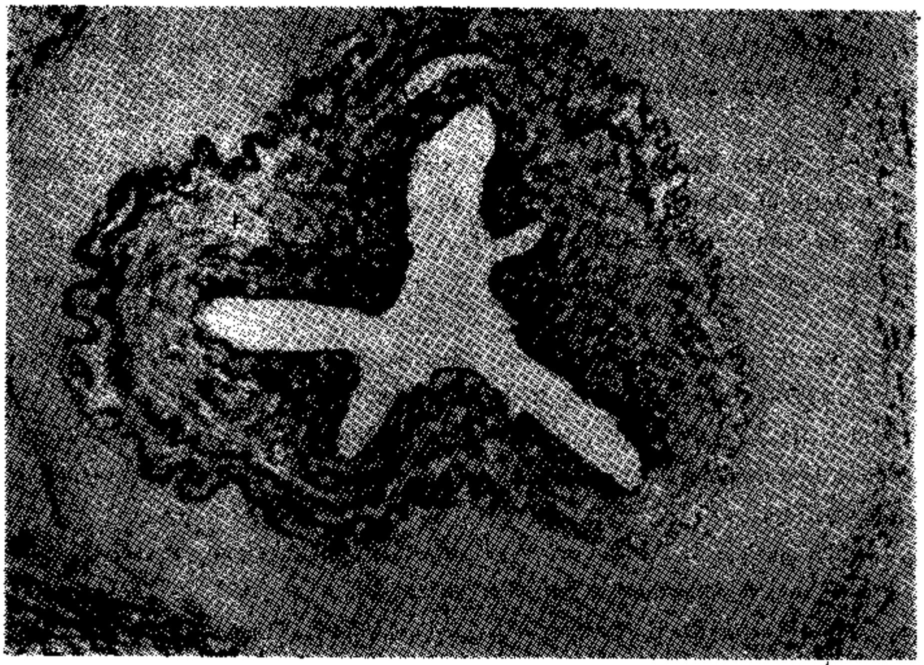
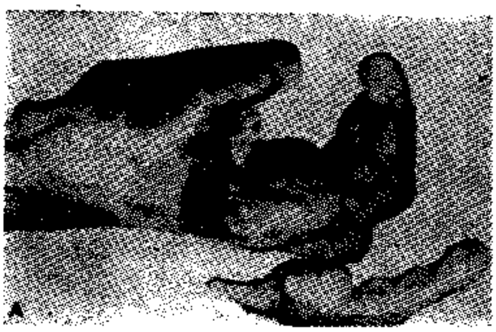
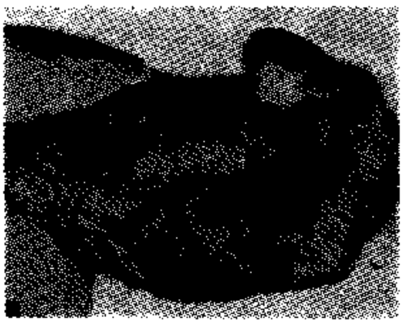


图 10·1 猴子的手指再植术后 16 个月，指总动脉组织切片的显微照相。内膜下增殖造成管腔一定程度的缩小并在管腔边缘形成一个新的内弹力板。原来的板能清楚的看到，其连续性显示有很多断裂。(G. A. F 染色)（×85）

殖已在中层细胞开始，在这些血管中有2例增殖的细胞已长入内壁的血栓中。然而，有一条指动脉在术后16个月做了探查，显著的内膜下增殖致使血管口径缩小，以及形成新的弹力板（图10·1）。4条栓塞了的动脉在1～2周没有看到再通畅。5条通畅的静脉，血管腔周径内壁的血栓比动脉者小，没有观察到内膜下增殖。与动脉一样，栓塞的静脉也没有看到再通畅。

Hayhurst 等（1974）截断猴子的10个示指，降温近24小时后用同样技术进行再植，但局部加用硫酸镁并口服潘生丁和阿斯匹林。头3例试验失败了。在其余7次实验加用了肝素，其中的5例再植完全成活，并通过血管造影证实血管通畅（图10·2）。组织学的检查显示，虽然由弹力纤维形成所表现的愈合过程被损坏，但并不影响血管的通畅。





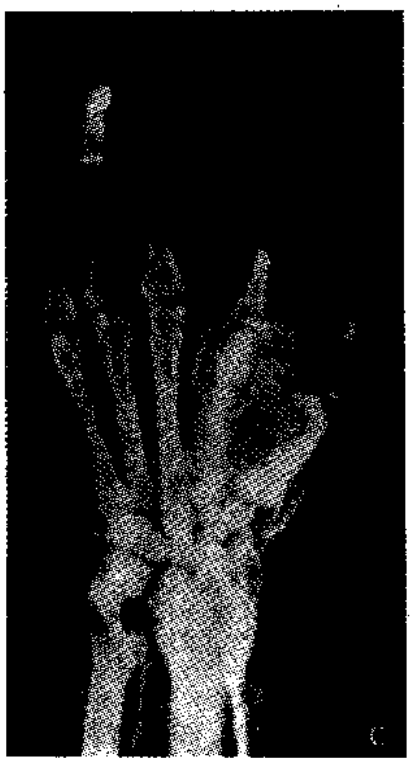


图10·2　A. 将短尾猴右示指经第二掌骨远端截指。B. 同一示指在摄氏4°冷藏近24小时后进行再植，手术后28天所见。C. 在同一个再植手指，术后四周做血管造影，显示右示指尺侧指动脉通畅良好。第二掌骨的再植部位清晰可见

降温以后，可发现断离手指的血管比较脆弱，每条血管的边缘在吻合前都应重新修剪。从组织学上看，只有一条静脉例外，在降温24小时以后，与正常的没有差别

(图 10·3)。在所有的动脉其中层的染色均较对照的正常血管为浅(图 10·4)。在通畅的静脉中,有几条血管腔内有广泛的内壁周围血栓。在通畅的动脉吻合处显示明显的内膜下增殖。弹力蛋白的形成,不是一个显著的特征;当移植后 5 周,增殖区的弹力蛋白纤维用乙醛伊红染色才几乎刚刚可辨认出来。这些降温的实验加强了一个信念,即断指



图 10·3 A远端静脉横切面(组织切片),再植前降温保存 24 小时 (G. A. F. 染色 ×60)



图 10·3 B正常近端静脉的组织切片,未经 24 小时降温保存 (G. A. F.染色 ×60)

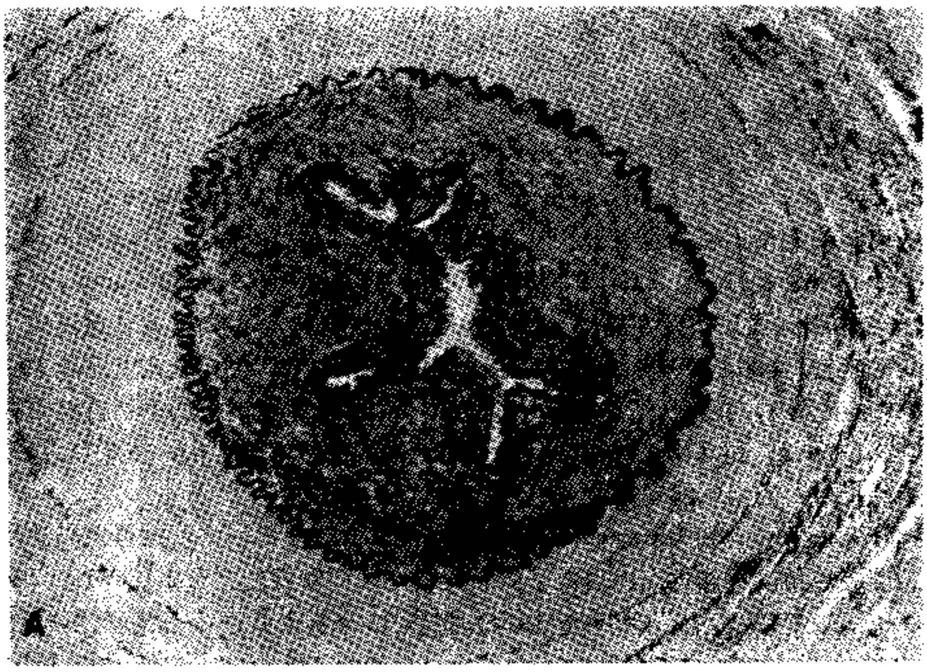


图 10·4A　近端动脉的组织切片，移植前降温保存24小时。注意内弹力板断裂并发生内膜下增殖（G. A. F.染色×80）

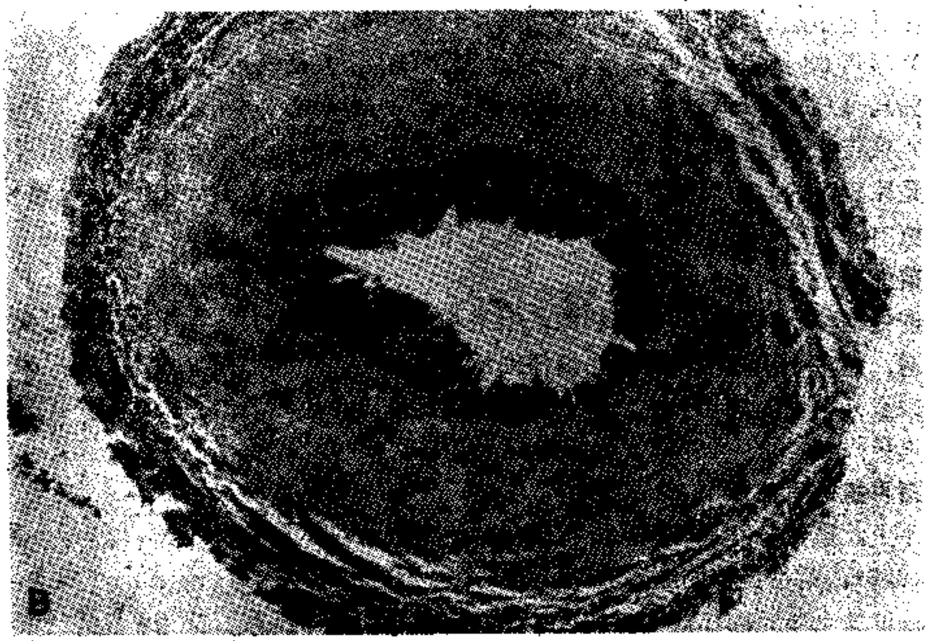


图 10·4B　再植（降温保存24小时后）术后四个月的掌侧指动脉的组织切片。显示鲜明的内膜下增殖并在管腔边缘缓慢发生的新的内弹力板（G. A. F.染色×124）

再植的病人，特别是经受长时间缺血的断指，应该使用肝素。在常温（20°～25℃）下6小时，或在低温（0°～4℃）下24小时的缺血，不致发生足够的损伤以妨碍断指再植的成活。在较长时间的缺血后进行再植，不是必然注定要失败的。但无论如何，特别是对于血管，将因缺血而增加损伤，并将减少成功的机会。

临床断指再植

第一个完全离断的手指通过小血管吻合再植成功的病例，是由 Komatsu 和 Tamai（1968）报告的。经过以前的一些失败以后，他们在 1965 年 7 月 7 日做了一例断拇指再植。此后，Tatsumi（1974）等再植了 57 例断指，获得 81.4% 的成活。

不全离断的断指再植的报告计有 Kleinert 和 Kasdan(1963; 1965); Kleinert, Kasdan 和 Romero（1963）; Kutz, Hay 和 Kleinert(1969); Cobbett(1969)和 Landvay(1968)。1967 年上海市第六人民医院在总结上肢创伤性离断再植时，提到曾成功地再植了 20 例完全离断的手指。1969 年 Horn 在复习中国的再植外科时，曾记录在上海从 1966 年 1 月开始的 14 个月中，在经历了 20 例失败以后，对 34 例完全离断的手指再植中有 24 例获得成功。Lendvay 和 Owen（1970）曾叙述一例以前再植的手指，在 6 个月后由于意外而截指的指血管的组织病理。

Snyder, Stevenson 和 Browne（1972）曾报告 1 例拇指和一例示指再植成功，虽然后者由于长度较短和没有感觉而以后做了截除。在一系列发表的文章中(O'Brien 和 Miller 1973; O'Brien 等 $1973_{a,b}$; O'Brien 1974）报告 36 个病人共进行 49 个断指再植，成活率达到 71%。陈（1972）叙述到 1971 年底止，他治疗 155 个病人包括 200 余个断指，成活率约为 50%。在离断的手指中他把有一例连着屈指肌腱的断指包括在完全离断的手指数中。在北京积水潭医院，程（1972）曾进行 20 个完全断指的再植手术，其中 4 例成功。在其他中国的城市也有获得成功的，包括广州黄承达的几个成功病例。Lendvay（1973）报告 63 例完全离断手指、半只手和 4 只手指截指的再植手术，并获得 29 例成活（46%）。以后 Lendvay（1975）报告了 57 个手指成活，其中包括 8 个拇指。Ikuta（1975）报告 49 例再植，得到 72% 的成活，这在缺血时间少于 8 小时的断指再植中，成活率是比较高的。台湾的蔡（1975）在一个短的时期，治疗了一批病人，提到对 66 个断指再植中，45 个手指获得成功。

术前处理

术前处理与断肢再植的处理相似，但是不论在儿童或成人，手指损伤都比大肢体损伤更普遍。在多个手指损伤时，必须仔细地挑选各个离断的手指，阅读 X 光片和去尽可能地获取意外事件的确切病史。有 2 例由于过度降温，短时期内导致冰冻，但是解冻后仍获得再植成功。

断指再植的适应证

在手上，遭受多发损伤，凡能有恢复功能希望的各部分应该再植（O'Brien 和 MacLeod, 1975）。断指再植的主要适应证是多个手指损伤和单一拇指截指。在成人，决定做一个单一的完全离断的任何手指的再植术，包括示指在内，需要特殊条件。一些妇女强烈恳求再植单一的手指。但要恢复有用的功能需要很多个月。在成人，在此期间用手劳动是不可能的。由于使用伤手的方式已形成固定习惯，即使到能够使用再植手指时，病人也不会去利用它。然而，大多数妇女认为手指缺损是一个重要的影响美观的畸形，因此乐于去忍受锻炼，特别是当经济损失较少时。在儿童，由于肌腱和神经手术能获得良好的结果，以及由于适应性强容易使各部分都有用，任何能够再植的部分都应该进行再植。

关于断肢再植适应证的一般注意点，对断指再植也适用。斩断性离断，最有利的条件是只有中度的捻挫区。中度捻挫伤占这种创伤的最大多数，不管是完全离断或是不全离断，80～90%能成功地进行再植。再植要慎重考虑到病人的年龄，职业，左利手或是

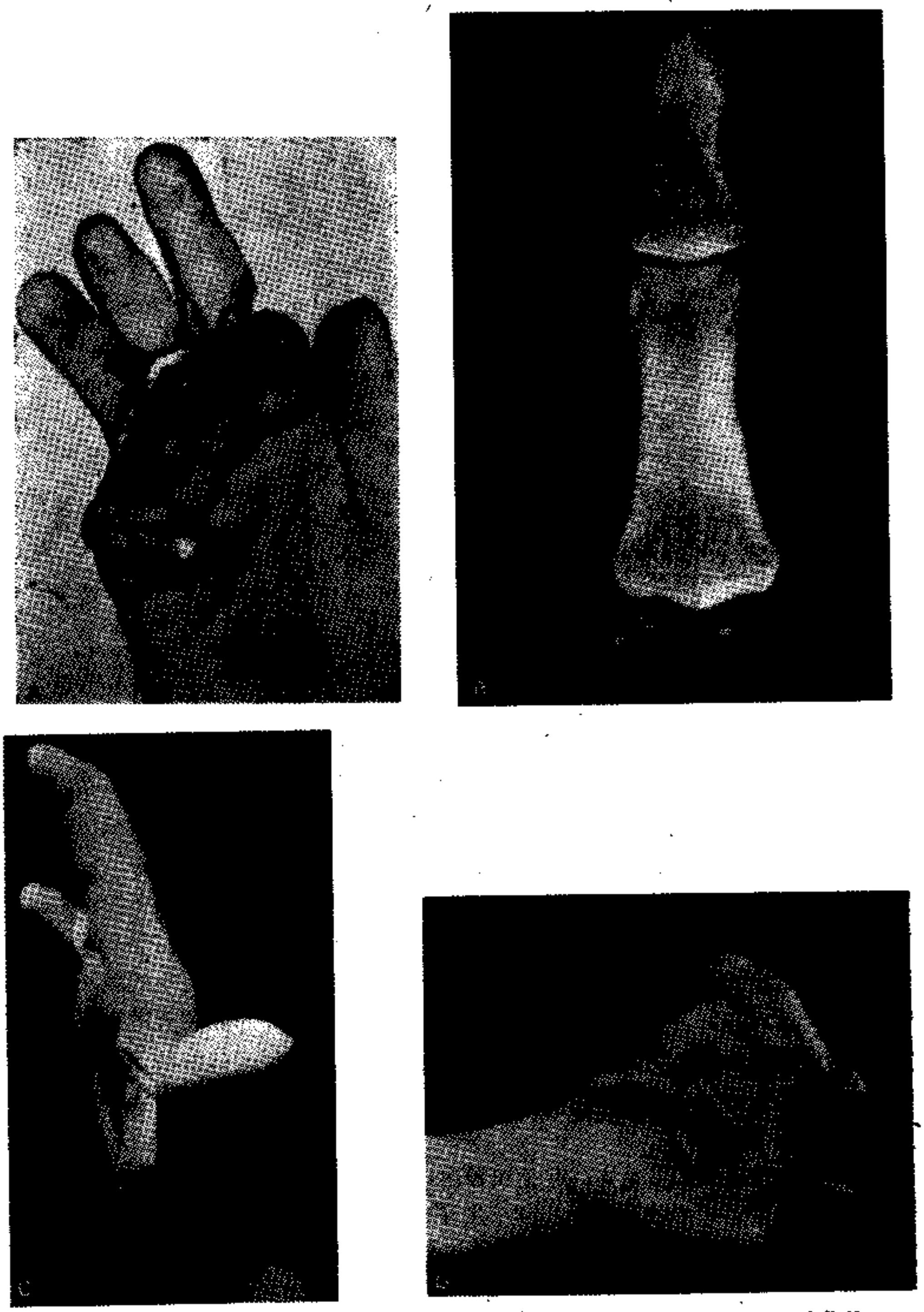


图 10·5 A. 一例29岁男性患者，被锯切伤造成示指，中指和环指的截指。B. 中指的X线片，这是仅有的理想的再植手指 C. 将中指再植到示指残端上，相当于近端指间关节的水平并保留了关节面。术后4个月所见 D. 同一个手指术后4个月的屈曲功能

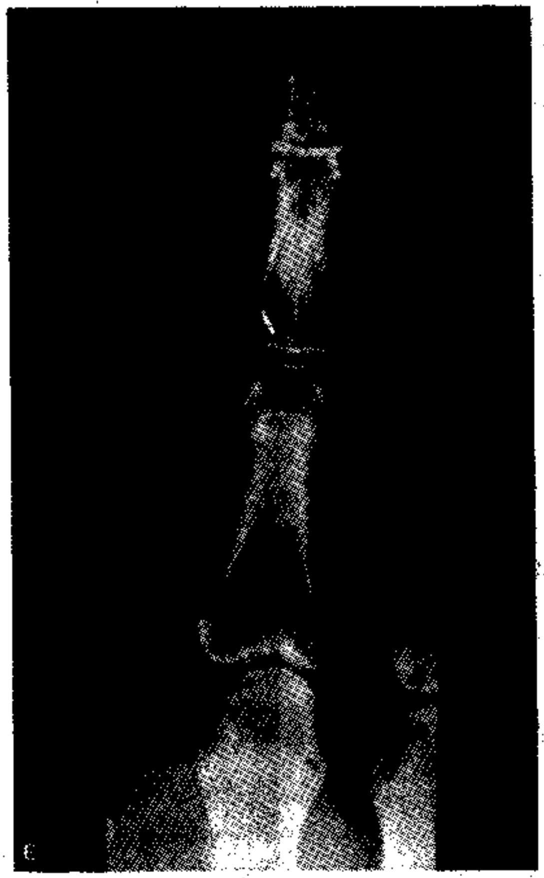


图 10-5E．同一病例将中指再植到示指残端，
术后4个月，在近端指间关节水平再植

右利手和病人的态度和愿望。撕脱伤存在一定困难问题，只有很少能获得成功。只有拇指撕脱可以试图再植，且应该早期修复动脉，还常常需要做长的小静脉移植。撕脱的手指如果血管从远端撕脱太长，就不能再植。

截除的手指伴有广泛捻挫，较多的组织缺损，大范围的血管创伤或多发骨折，是不适于再植的。

多个手指截指的病例，有时有机会将创伤最轻的断指移植在最有用的残端上，保证1个手指成活并有较好功能，这样比将其植到原位更好。一个手指位置适宜，功能良好要比二个功能较差的手指更强（图 10·5）。上海市第六人民医院（1973）移位再植了13个严重创伤的手指，其中9个手指获得成功。在损伤范围和所有组织辨认清楚以前，常常不能作出再植的决定。

再植的手指可以从很多地方，包括机器内，工厂的地板上，田野，垃圾箱中和其他的地方，甚至是肥料堆中找到。受伤到手术开始最长时间是8小时。推迟手指再植不是决定性的，或不是严重的问题。因为它不象断肢再植那样，这是由于再植远端不存在肌肉的缘故。然而，断指再植的降温方法与断肢再植时是相同的。必须注意在不完全离断的手指，该伤指要制动，尽量减少尚未损伤血管的损伤。

对多个手指的再植，提议至少要有两个训练有素的外科医生。这可缩短手术时间和

尽可能对组织进行早期修复。

手术操作

常用的麻醉方法是臂丛阻滞麻醉辅以静脉内镇静剂。偶然的情况下它可改成全麻。在手术室中对离断部分的详细的手术检查可在再植以前进行。离断的手指可浸泡在洗必泰溶液内 3～4 分钟。在动脉修复完成以前用冷冻剂给断指降温（图 10·6）。

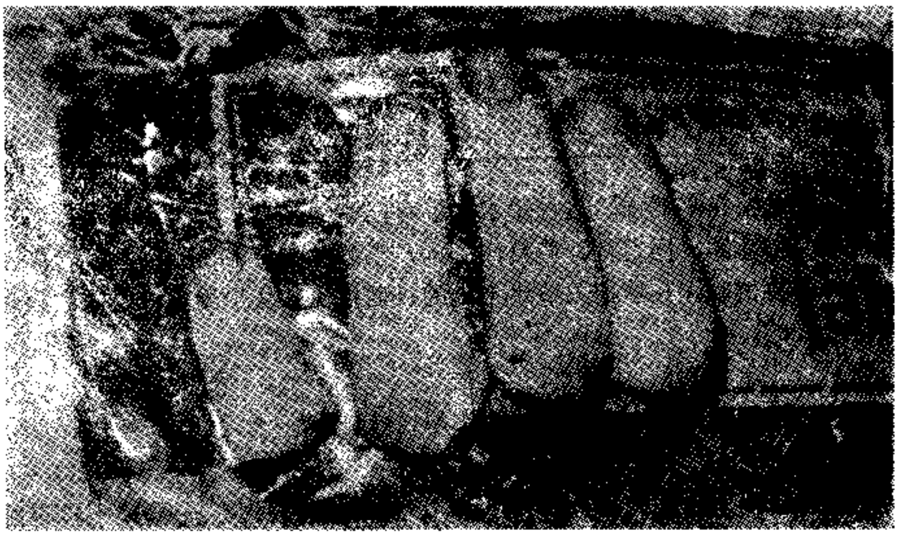


图 10·6　4 个截断的手指，在手术过程中进行降温

使用两个显微镜去检查残端的和离断手指的血管和神经的损伤情况。在辨别各类组织的整个过程中使用充气止血带，所有的血管断端用小的 Weck 式的金属血管夹作标记。凝血块有助于寻找血管。不要进行灌注，因为插入细导管会损伤内膜。

仔细的扩创术主要在显微镜下进行，没有损伤的皮肤桥由于有静脉和淋巴回流而应予保存。缝合伤口两方的皮肤边缘并牵开。但在较广泛的捻挫或撕脱伤时，常常沿着神经血管束做侧中线的切口。将屈指深肌腱的近断端从腱鞘内拉出，用一根双折的 4-0 的聚酯缝线穿过肌腱缝入，在血管和神经吻合以后再修复肌腱。

多个手指再植的顺序

在多个手指离断时，最有价值的手指首先再植，其余的手指根据其重要程度来排列次序。预先估计那一个伤指治疗效果最好常常是困难的。缺乏外科医生或为手术时间所限可以改变原计划。

骨

为了使软组织在正常张力下对合，需要将骨质缩短约 0.5～1 厘米。用逆行斜穿针固定骨端，同时并尽可能避离关节。髓腔内固定由于不能纠正旋转因而常常是不适当的，假若骨折接近关节更不适用。通过关节的横断截指的病例可进行关节融合术，示指固定在 15° 以便捏指，尺侧的手指固定在约 50° 以使握拳有力。有几个病例移位再植的手指保留了关节面（图 10·5）。

修复的次序

列于表 10·1 中

表 10·1 在手指再植中修复的顺序

骨内固定
伸肌腱
背侧静脉（两倍于动脉）
背侧皮肤
掌侧神经
指动脉（最好吻合 2 条）
屈指深肌腱
掌侧皮肤

如果皮肤桥是留在掌侧面，这种手术次序可以颠倒过来。最先修复屈指深肌腱，紧接着修复指神经和动脉，固定骨，修复伸肌腱，小静脉吻合和最后缝合背侧皮肤（图 10·7）。在拇指再植时，在掌指关节水平处的尺侧指动脉从掌侧难以显露，因此从背侧面的入路是最好的。

伸肌腱

伸肌腱，包括侧腱束用 4-0 聚酯缝线作褥式缝合

血管吻合

创伤的血管断端用锋利的，直的 Westcott 剪刀修剪直到在显微镜下检查血管壁是正常时为止。只有血管外观正常时才能进行修复。

静脉修复

背侧静脉用显微血管的操作技术来修复，这在前面已叙述过。虽然也可有其他静脉，但通常位于背面的桡侧或尺侧。偶尔，最大的静脉可以在掌侧面看到，如果在背侧没有找到静脉，则可以去探查这一区域。近端的静脉比较容易找到，在离断手指上可以以近端静脉的位置作为线索确定远端静脉的位置。如果静脉在背侧或掌侧都不能找到，差不多可以肯定是被撕脱了，再植手术将不能再进行。切除一小段外膜周围组织，在吻合过程中，使用一对可以调节距离的血管夹夹住静脉。血管断端用任格氏肝素化乳酸溶液（每 100 毫升含 1,000 国际单位肝素）作冲洗直到所有的凝血块被冲净为止。狭窄的断端进行扩张和修剪成斜形，有助于纠正血管管径的不对称；如果口径相称，做端端吻合，这样做就没有优点。用一小片绿色的塑料膜作为背景，用冲洗可使静脉断端的两层壁分开。血管痉挛有时可以用 2 号珠宝镊小心地插入管腔，将镊子轻柔地向两个方向张开，这两个方向相互垂直。用 19 微米粗镀金属的尼龙微形缝合针线或 10-0 尼龙线作间断缝合。显微镜可调节到放大 10～16 倍，大约需要缝合 6～8 针。用一个双极电凝器通过 5 号珠宝镊子对任何血管分支或小的出血点小心地进行凝结止血。当完成静脉修复后，不需要用一个夹力小的止血夹放在近端静脉上以防止血液回流接触吻合口。这样，在临床病例中我们从来未观察到静脉发生凝血。

当静脉缺损时，可从邻近的手指转移一条带蒂的静脉，或移植一条小静脉。一条适当大小的静脉移植段可以从腕掌侧面获得，常常不要分支，如果有小分支可用双极电凝器凝结，偶然需要 Y 形静脉移植。所有不能吻合的静脉要结扎、凝结或者夹住以防止肝素化病人的手术后出血。背侧皮肤用 5-0 无创缝合丝线在无张力下松弛缝合，缝合应避





图 10·7 A. 4岁男孩右手示指几乎完全离断，仅一掌侧皮桥相连 B. 同一示指显示掌侧皮肤桥





图 10·7 C. 再植成功后3个月——手指在伸展位 D. 同一手指在屈曲位，术后3个月

开静脉修复的部位。有时可将游离植皮直接覆盖吻合的静脉。皮瓣移植，特别当肌腱已经暴露时，可从邻近手指或从比较远离的部位转移。然后手可翻转过来而且继续降温。

神经修复

在动脉吻合前修复两侧指神经，不然血液会使手术野模糊不清。用10-0无创尼龙针线或19微米粗的镀金属的尼龙缝合针线缝合神经外膜。

动脉吻合

动物的创伤端要修剪至有立即出血处。有时与对侧指动脉交叉吻合或跨过屈指肌腱前方作静脉移植是恢复血循环仅有的满意方法。在这些情况下，屈指深肌腱可先于血管修复。用与吻合静脉相同的方法去吻合动脉，间断缝合6针或7针。如果血管缺损，可在腕掌侧面取静脉作移植，或者在偶然的情况下，可取对侧指动脉作移植（图10·8）。其长度可稍短于血管缺损。在一个撕脱的手指上常常需要将离断部位的远近端，特别是

将近端切除一定距离的有内膜和中层损伤的血管。常常需要做侧方切口去寻找近端的血管。在这些撕脱伤中，即便是血管外观正常以及有正常出血，偶然有时可以发生血栓。吻合两条小动脉或动脉移植比修复一条动脉能使这类创伤的手指有较好的成活机会。

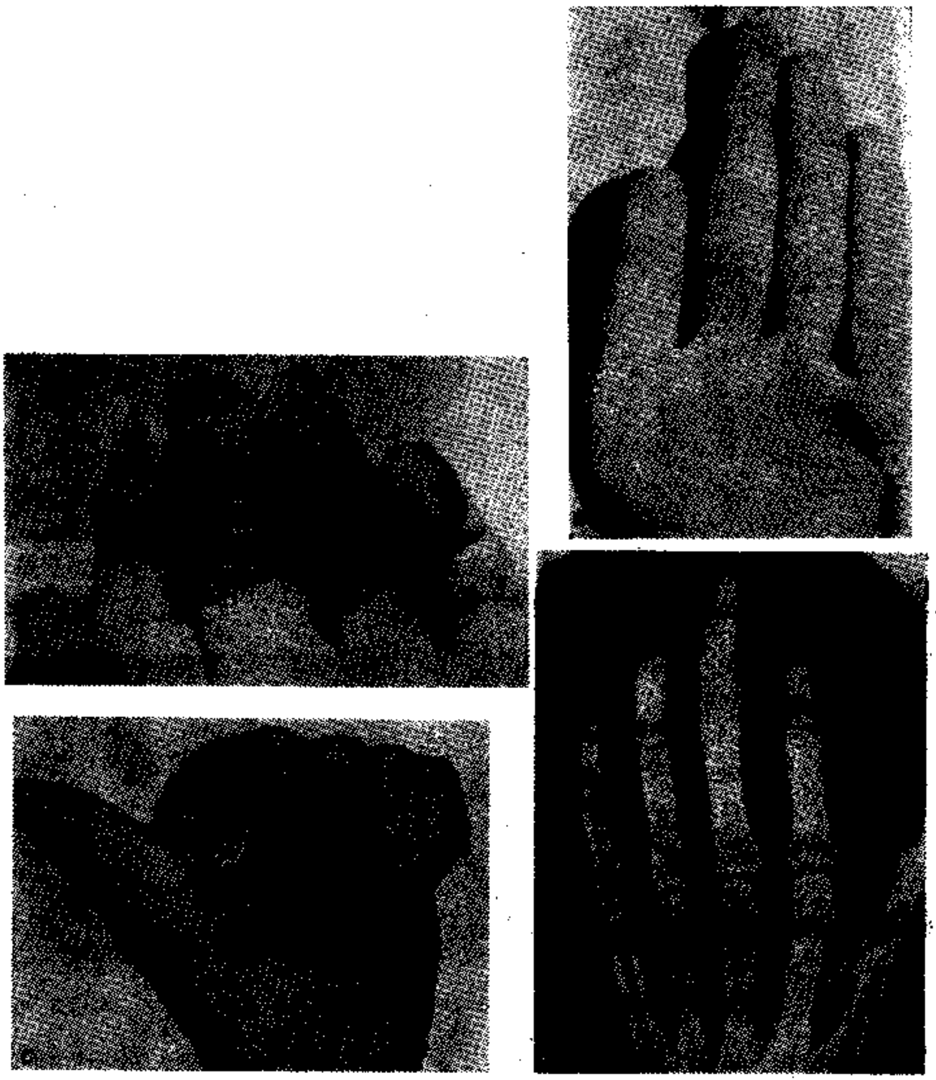


图 10·8 A. 21 岁男性患者，所有4个手指的复合捻挫伤，示指和中指无血循环 B. 中指用同一指的尺侧指动脉作小动脉移植恢复中指的血循环，术后4个月。示指末节于一期手术截除 C. 4个月时手指屈曲情况 D. 术后4个月动脉造影，可见中指在以前截指位置的桡侧移植的小动脉是通畅的

可用一块小的透明的莎沦薄膜如同袖套一样包绕吻合口，用 Scoville-Lewis 钳子夹住薄膜，可以减少动脉吻合针数。偶尔，血管痉挛是一个难题，但常常可以局部使用 1.2% 罂粟碱去缓解。有时剥除外膜周围组织有一定帮助。如果可能则吻合两条动脉以增加成活的机会。在不复杂的病例，在手指很快呈现血循环。由于降温，手指重建血循环可以很慢，当动脉修复后降温应该立即停止。将伤手下垂超过手术台及低于心脏水平，对缓解血管痉挛效果很好（图 10·9）。如果对是否已有循环还难以肯定，可以用

一对 2 号珠宝镊在吻合点远端轻柔地夹持血管进行通畅试验。如果试验为阴性，则在吻合点的近端重复试验。如果阻塞位于吻合口，可重新复修。手术野用肝素化盐水及小的吸水海绵棒湿润，其数目要仔细地查清，小心吸除多余的液体。

静脉和动脉修复的顺序

陈（1972）也主张先修复静脉后修复动脉。但 Lendvay（1973）在止血带下首先做动脉修复并获得成功。放松止血带使断肢重建血运，然后重新上止血带再吻合静脉。然而，如果持续降温，并不急于建立动脉血循环。先修复动脉，血循环重建后会导致手指肿胀，就有可能不能一期闭合背侧皮肤。

最短的缺血时间是 6 小时。手指在缺血 22 小时后仍能成活。实验（Hayhurst 和 O'Brien，1975）证明在应用降温缺血 24 小时也能获得完全成活。

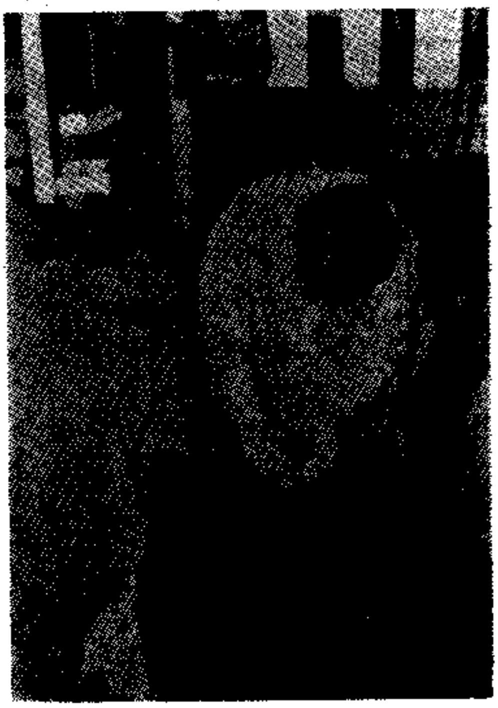


图 10·9 肢体下垂到手术台以下帮助再植手指重建血运

两侧指动脉断裂造成部分离断手指的血运障碍，但指背的分支有时有足够的供血可使全手指成活。在寒冷的环境下可发生循环障碍，在这些地方还是应该修复指动脉。

屈肌腱和皮肤

修复屈指深肌腱可用一条 4-0 聚酯缝线作贯穿肌腱内的缝合，紧接着用 6-0 无创尼龙线作连续缝合，可以减少对肌腱循环的干扰。为了晚期功能，特别在"无人区"强调要作精确的肌腱手术。掌侧皮肤用 5-0 无创丝线作松松的缝合。用软纱布覆盖手指伤口并避免环形包扎。掌侧石膏夹板将手指维持在轻度屈曲位，将背侧暴露以易于观察。

其他处理

在手术过程中不给抗凝剂。如果建立血循环很困难，给予肝素不能解决。手术过程中失血很少。只有术前失血到相当量时才需要输血。只缝合指动脉而不修复静脉（Snyder 等，1974）在肝素化病人身上会导致大量的血液丢失，不用肝素，静脉容易发生血栓形成，紧接着继发动脉血栓形成。单纯修复动脉的决定是基于一个错误的概念，即小静脉手术比小动脉手术有更不可克服的困难。动脉血栓形成多于静脉血栓形成，在我们的经验中这是失败的最常见的原因。在手术过程中即给予抗菌素。手术时间的长短取决于要再植手指的数目，但是每个手指不少于 2 个小时。

手指的撕脱伤

这种损伤不是再植的病例，常由于手指的戒指被挂住所造成的。皮肤呈环形撕脱并牵拉到接近远侧指间关节的水平。需要小心地将皮肤复位和观察血循环，常有静脉血循环障碍，指动脉断裂时有时指尖部呈现缺血改变。偶尔皮肤受有不可恢复的捻挫则需行

截指术。手术之前常见的现象是撕脱皮瓣有可疑的血运（图 10·10）。静脉可以栓塞，并有环形皮肤缺损，修复此缺损很困难。这类损伤对大的背侧静脉进行修复是值得的，必要时可作指动脉吻合。手指制动 10～14 天并应用肝素。手术最好在 24 小时内进行，如果手指缺血则应立即手术。这些手指有正常的关节和肌腱，不能因不进行手术而丧失手指。

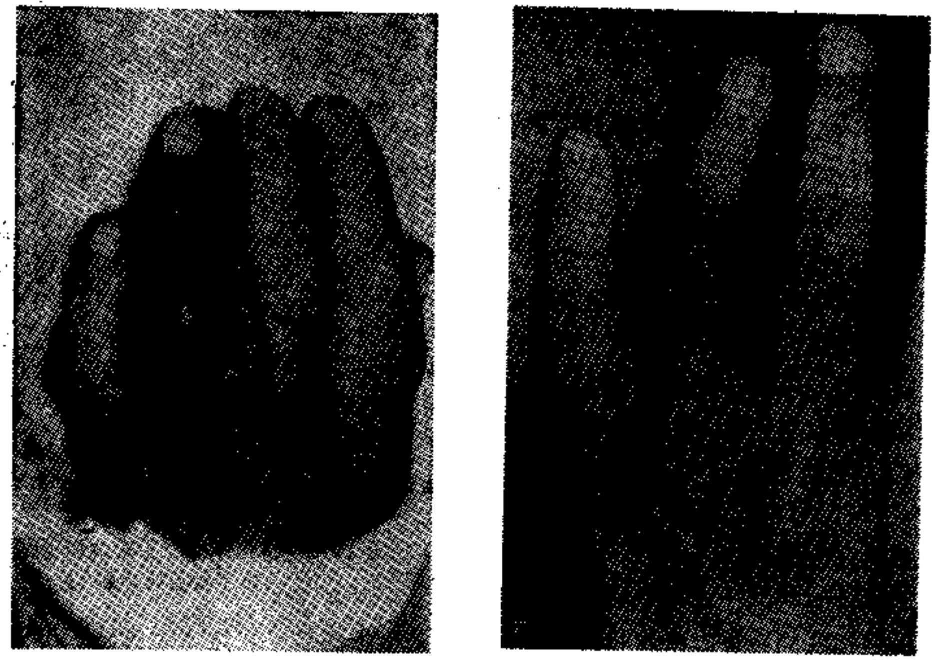


图 10·10 A.左环指皮肤撕脱伤并静脉阻塞 B.同一患者修复两条背侧静脉，手术后 1 周

手术后处理

一个经过小血管吻合不复杂的断指再植，术后处理也简单。医护人员定期观察手指的温度，颜色和毛细血管反应，后者是血循环最重要的指征。毛细血管反应可能是毛细血管床血液的总量及张力的反映。该反应受到动脉流入毛细血管床的速度的影响，或者受到静脉从毛细血管床流出速度的影响，或两者都有。对行小血管吻合的再植肢体上，护士们判断颜色改变也有出入，在夜晚照明不好的条件下工作更难。有深暗肤色的种族，例如黑人的颜色变化，常常帮助很小或没有帮助，而甲床的颜色应该仔细地观察。

作者认为不太需要用 Doppler 仪器去了解循环的状态，并认为这些与基础的临床征状相比重要性很小。

室内温度要保持在温暖舒适的程度。再植手指的表面温度取决于很多因素，包括病人的体温，手指周围的气温、湿度、包扎的类型以及病人的循环状况。

再植手指的温度是手指总血流量的可靠指标。因为手指是一个末梢器官，它从人体血循环中吸取很多热量，手部的总血流量和手指的温度有密切的关系。任何到手指的血流的中断会发生缺血部分的温度迅速下降。手指的测温装置，将其所测温度和体温相比，证明对再植手指血循环变化的连续观察是有用的。这对于肤色深的病人特别有用，他们的毛细血管反应和颜色对了解再植手指的循环用处不大。

要保持少动患肢，几天内不要更换敷料。在伤口周围不允许堆积有绞窄作用的血

痂，因其会妨碍静脉回流。

上肢应该抬高到肩水平以上至少10天，以消除由于静脉和淋巴回流不充分而引起的肿胀。肢体过度抬高会导致动脉的流入量减少，以致血栓形成。因此，除非有明显静脉充血，不提倡过度抬高肢体。通常在初起4～5天，再植手指比正常更红和温度稍高，并有活跃的毛细血管反应。血压维持在正常水平，当低血压发生时可促使血栓形成。每日检查血色素和血球容积比以及保持适当的血容量。静脉给青霉素1,000,000单位和胺苄青霉素0.5克，每日4次。禁止吸烟。

抗凝剂

在初期，刚松开动脉夹时就开始使用肝素。可以造成较多的出血，通过手术显微镜看到，特别是在早期的首先修复动脉的一些病例。在一些情况下早期使用抗凝剂需要输血以矫正失血。在其后的一些病例，抗凝剂推迟24小时给予，以使伤口得到封闭。

现在使用的抗凝剂包括有口服阿斯匹林（每日1克）和潘生丁（25毫克，每日4次）。手术后开始给予，以减少血小板的粘着性和降低血浆纤维蛋白元。手术后立即给予6%右旋醣酐，在4小时内输入500 C. C.，第二天和第三天重复给药。

手术后24小时开始，作为首次剂量从静脉输入5,000单位肝素。紧接在下一个24小时内，在一升等渗盐水中加入25,000～30,000单位肝素，用儿科用输液滴管经静脉给入。每天测凝血时间并保持在25～30分钟，这个指标要在24小时内达到。每两天测定一次高岭土部分凝血致活酶时间，而且应该高于55秒。这是比每日测凝血时间更精确的测量法。

静脉内的治疗应于12天后停止，在这个阶段后没有发生手指坏死的。阿斯匹林和潘生丁要再继续给1周。肝素认为是最重要的、独一无二的抗凝剂，但不要用于掌骨颈以近的断指再植，因为这些部位血管较粗，而出血的肌肉且能导致形成血肿。

其他处理

制动4个星期以后开始手指活动，在指导下开始进行定期的物理治疗。Ikuta (1975) 和 Lendvay (1975) 推荐在第一天起就进行理疗。通过社会服务工作者的帮助下进行康复锻炼，对将来获得满意功能是很有利的。

并发症

重建血运失败

4个手指再植没有能一期获得血运重建。回想起来如果做静脉移植修复动脉可能得到比较满意的结果。

肿胀

每一个病例都发生肿胀，如果缝合静脉比动脉多一倍并且保持通畅，则肿胀很轻。要拆除任何过紧的缝线。只有2个病人因为循环变化需要做背侧减张。其中一个手指成活，但是另一个最后需做截指。这个失败病例是一个示指和中指的撕脱性截指伴有广泛的皮肤缺损，该例的中指移植到示指残端上。减张手术应该如同重要手术一样地重视并在手术室进行，在低倍放大下进行手术，以避免损伤背侧血管结构。

静脉充血

可以通过再植部分的温度下降和暗紫色的外观伴有非常快的毛细血管反应来辨认。在静脉充血的早期，再植指的颜色变化很小，但是非常活跃的毛细血管反应是一个警告

信号。由于毛细血管反应时间变短，手指的颜色常常进行性地变化，由粉红色变得更红，然后紫色、最后变成暗蓝色，充血手指的指肚更加充实并有饱满的感觉。

静脉充血的最早体征出现时，要仔细检查再植肢体是否有绷带绞窄，过紧的缝合或者血肿。可疑的缝线应该折除并且将患肢再加抬高。沿着手指背侧向血管吻合处作轻柔的按摩，有时可以挤出疏松粘着的血栓，可以改进静脉血流。在远端指肚作切口可以证实诊断，也能改善手指的颜色。

应该检查抗凝剂的含量，并根据情况调整。如果需要，可重新给6% 右旋醣酐。如果这些保守措施在3～4小时内没有反应，需再行手术，并停止使用抗凝治疗。因为动脉吻合口继发血栓会随着发生，再次手术不能推迟。有6例在头10天内发生静脉血栓。有一例在28天有部分的血栓形成。在此组病人中有一例再次手术后成功。

动脉栓塞

这是最常见的失败原因，蔡（1975）在他的病例中也确认这一点。动脉供血不全的第一个征状是毛细血管反应缓慢，随着血管内血流障碍的进一步发展而变得更加显著。严重的病例，再植肢体的颜色可以从带斑点的灰白色最终变为死白色。再植肢体的温度变冷，指肚触之有空虚感。

抗凝剂的含量要作估计，如果需要就作调整。

血栓形成最早发生在手术后几小时，最晚是12天，有一例在28天观察到部分血栓形成。

还有，绞窄性的包扎，过紧的缝线和血肿，应予解除，虽然这些因素很少成为动脉障碍的原因。常常是将再植的肢体放低到超过心脏的水平，这种做法有一些价值，特别当以前肢体是抬高的，更为有用。但一定要保持仔细地观察静脉充血的现象，或者动脉输入量不能改善。轻度动脉供血不全可由于栓子溶解或痉挛解除而得到自然地改善。早期用手术排除障碍，常是最好的方法。

再次手术

首先进行检查最可能栓塞的吻合口并做通畅试验。如果再次手术做得及时，可以单纯影响动脉或者静脉吻合处。如果手术推迟了，可以发现动脉和静脉缝合处均发生栓塞。常常当手术开始时肝素化的作用已大部分消失。检查血管有无过度紧张、折曲或处于其他不利的位置，检查外来压力的原因，特别对静脉回流的影响，检查做得不理想的血管吻合。除非能肯定堵塞的外来原因，并已迅速解除，不然应该截除吻合口并重作吻合或移植一段静脉。在截断血管时，应该看到近端动脉良好出血，并在手术显微镜下观察动脉也应呈现正常。如果手指血循环没有充分改进，然后检查其他吻合口并根据情况作处理。

如果经过努力再植手指的血运重建仍不成功，直到再植部分肯定坏死前，不应将其去除。这部分可留于原位数天，特别在儿童，外科医生偶然地可以意外地发现，由于得到血循环，使部分的或全部的手指颜色渐渐地恢复。这种情况的发生，部分由于侧支循环的建立以及部分由于以前栓塞的血管重新沟通。如果再植失败了，不要企图做再次手术，如果多数手指做了截指，可在6个月后考虑行一期游离足趾移植手术。

手术后出血

这种结果是由于电凝失败或夹子止血失败，或者不理想的静脉结扎失败，偶然有从动

脉吻合口的小洞出血所造成，必需考虑适当量的输血。这些并发症应该在一期手术给以预防。常常当手指的循环表现充足时发生出血；保守治疗对手指来说与再次手术有同样的或更好的机会。在再次手术过程中，正在愈合的伤口由于再次打开，而失去了早期建立了的侧支循环。虽然出血控制了，在手术过程中能发生动脉血栓，即使再次修复血管，可能不会充分地建立血循环。因此建议停止肝素化并密切观察手指的血循环以代替手术。

偶然出血是由于使用过量的肝素。有一次，静脉输液系统中未用儿科用的输液滴管，由于过量的肝素化，在吻合口周围形成一个大的血肿。紧接着动脉血栓形成，虽然从邻近手指上转移一条带蒂的动脉以替换栓塞的吻合口，但终未能矫正。

感染

持续使用大剂量的抗菌素，经常是青霉素和胺基苄青霉素。尽管断指远端是从许多不同地方取回的，仅有1例发生感染。

皮肤坏死

偶然，可见到一些皮肤坏死，多位于背侧。如果坏死的皮肤正覆盖在静脉吻合口上，血管有很大危险形成血栓。除非血管受到明显损害，皮肤坏死应该保守治疗。如是，应该切除坏死的皮肤，并进行静脉移植，或从邻近手指或手背侧做带蒂静脉转移。断层游离植皮或局部转移皮瓣是需要的。如果循环没有受影响，在两周后可将皮肤逐渐去除。如果手指的血循环仍然良好，在坏死皮肤下面的任何栓塞的静脉，不需进一步手术。

骨不愈合

观察到1例拇指近节指骨基底的骨不愈合，但它起到假关节的作用，而不妨碍功能。这是一种不常见的并发症，但要强调早期手术时，骨折要有充分的固定。

结果

表10·2～10·4总结74例中103个断指再植。

表10·2　截指的结果，此组包括所有的病例，也包括第一次再植成功病例、以前的一个失败病例

例数	74
断指	103
不全断指	43
不全断指成活	34(80%)
完全断指	60
成活	38(63%)

表10·3　手指再植的分析

	损伤的性质	成活	总计
完全断指 60	切断伤：11	9	38
	局部捻挫伤：30	26	
	撕脱伤：19	3	
不全断指 43	局部捻挫伤 27	25	34
	撕脱伤和/或广泛捻挫伤 16	9	

表 10·4 成活：手指再植

切断伤和局部中度捻挫伤	完全85%	不完全93%
撕脱伤和/或广泛捻挫伤	完全16%	不完全56%

60个完全断指中，38指（63%）成活，这组病例统计了所有的病例，包括第一个成功病例以前的失败的一例。有43指不完全离断，34个手指成活（80%）。病人的年龄从13个月到70岁，截指水平从掌指关节到远端指间关节（图 10·11）。完全截指成功再植

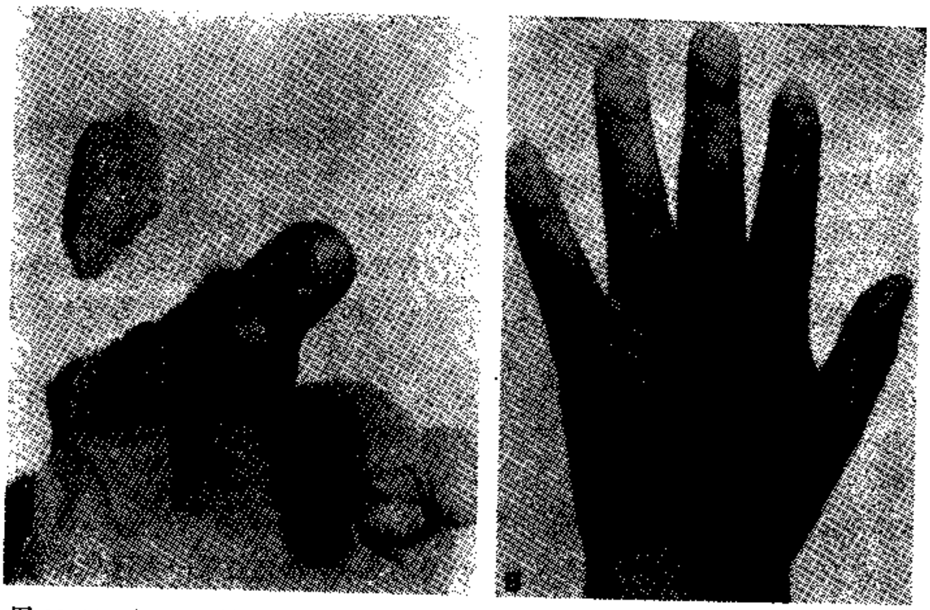
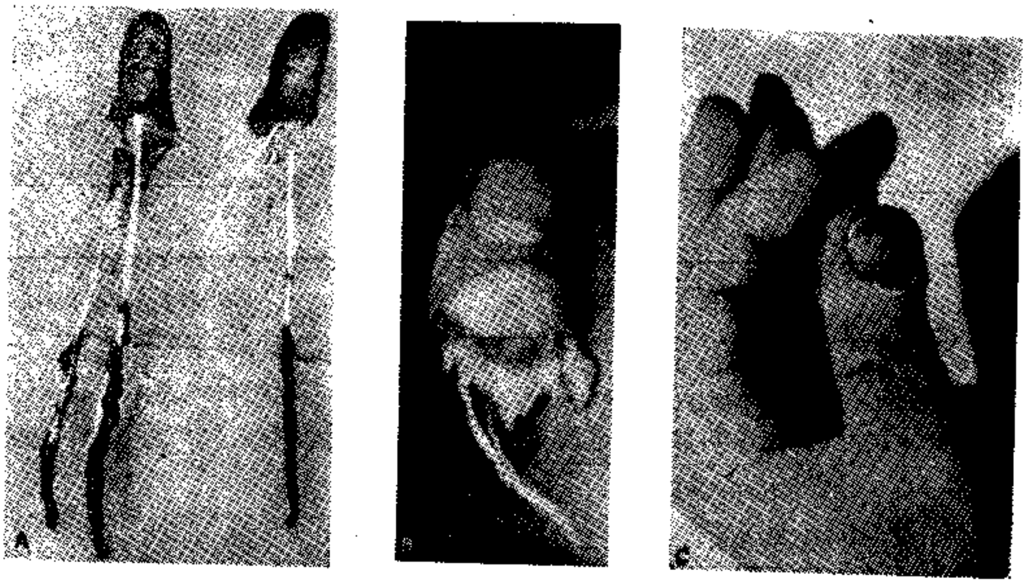


图 10·11 A. 10岁男孩，左示指在中节指骨远端水平截指，同时有中指不完全截指
B. 示指再植后1年（吻合一条指动脉和两条背侧静脉），患者的中指也做了再植





D



E

图 10·12 A.两侧拇指撕脱，两者中有一个不能重建血运 B.左拇指远段撕脱 C.同一患者，术后2个月，小静脉移植修复指动脉 D.撕脱的指动脉的横切面，显示血管壁内有出血和断裂，苏木精伊红染色 E.同一动脉较近端的横切面，内膜下增殖已形成得很好，说明此处以前曾有过损伤

的38个手指中，斩断伤共11指，成活9指（81%），有局部捻挫伤的30个手指中，26个手指（90%）成活。广泛捻挫伤或者撕脱伤的19个手指只有3指成活（图 10·12）。有局部捻挫伤的不完全断指，27个手指中有25个（93%）手指成活。16个不全断指伴有撕脱伤和广泛捻挫伤有9指成活。不全断指可考虑为手指复合损伤伴有缺血，有时处理更困难（图 10·13）。斩断伤截指病例中有一例失败，是由于修复的背侧静脉细小，而掌侧一条大的静脉没有修复。如果把撕脱伤的病例不计算在内，切断伤和局部捻挫伤造

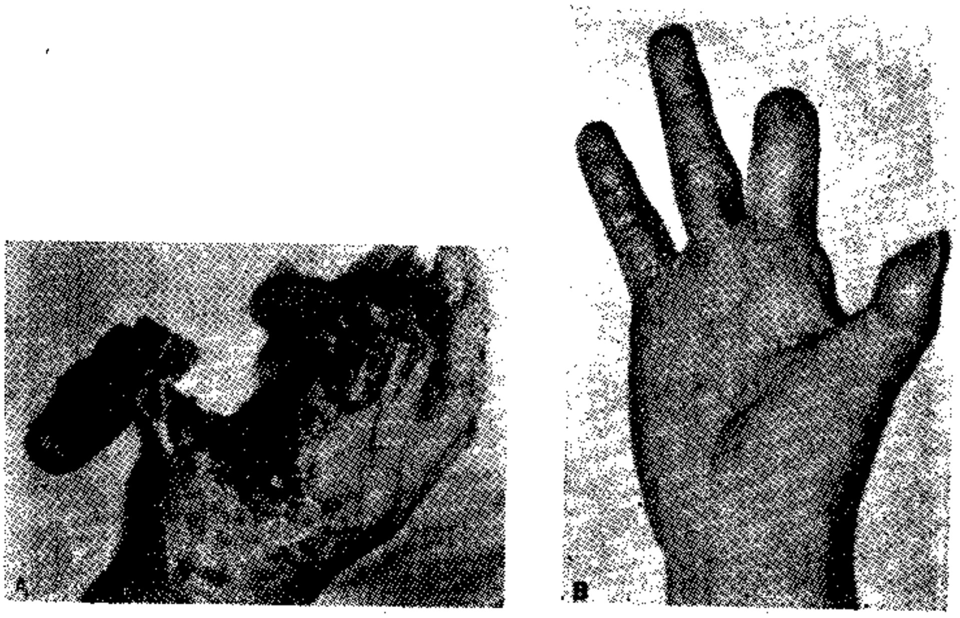


图 10·13　A.右手被圆锯损伤，右拇指几乎完全截指　B.修复了桡侧指动脉和神经，两条背侧静脉和伸肌腱，手术后8个月

成的完全截指有85%成活，而不全截指有93%成活。在撕脱伤和/或广泛捻挫伤的病例组中，完全断指仅有16%成活，不全断指有56%成活。大多数撕脱的手指需要再次手术，约80%做了再次手术。

远期功能

术后随访长达5年。功能改进一直可持续3年之久。任何手指没有需要作晚期截指的。有一些病例，病人几乎完全依靠他的1个或多个再植手指来发挥手的功能。

感觉

一期指神经修复后，两点辨别试验的结果是3～10毫米。一例60岁男性患者，4个手指再植，在所有手指末端的两点辨别试验结果为4毫米（图10·14）。有一例，不舒服的过敏感觉影响了再植手指的功能，虽然过敏感觉随时间的延长而有所减轻。这些病人也恢复了质地感。离断手指缺血时间的长短，对于神经再生的最后质量没有影响，而感觉恢复的水平可与单纯神经损伤修复后的情况相比。

精确修复神经的价值，怎么强调也不过分，因为一个再植成活手指的功能取决于手指的感觉，假如神经没有作一期修复，神经回缩到致密的疤痕内所遗留的缺损，以后需要在困难的手术条件下做神经移植术（图10·15）。这样有可能损伤已经修复的，对手指成活有重要影响的指动脉。绕过血管吻合处做神经移植可以减少这种危险。

运动功能

所有病人都从其最后的活动范围获得好处，即便其活动受限也是如此。有3例4个再植的手指，其中2例得到较好的活动范围（图10·16），但有一例活动很差，虽然做了二期屈肌腱移植术，也没有获得满意的结果。如果截肢水平在近端指间关节，则可在一期中，将关节融合在满意的位置。手指的力量可以用肌腱固定术来加强，例如在远端指间关节（图10·17）。肌腱松解术只是偶尔进行，虽然陈（1972）对很多病例建议进行这



图 10-14　A. 60 岁男性患者，左手 4 个手指经掌指关节切断和左拇指远端截指　B. 再植手术包含切除掌骨头，修复了 3 条指总动脉，5 条指背侧静脉，6 条指神经和 4 条伸肌腱。术后 3 个月，二期做了屈肌腱移植术。再植术后 16 个月的伸展情况　C. 二期屈肌腱移植术后 3 个月，手指的指间关节屈曲情况。在掌指假关节部位可能有 20° 屈曲　D. 术后 16 个月手的动脉造影，显示所有的指总动脉均通畅。在示指和小指没有缝合的指动脉没有自然沟通

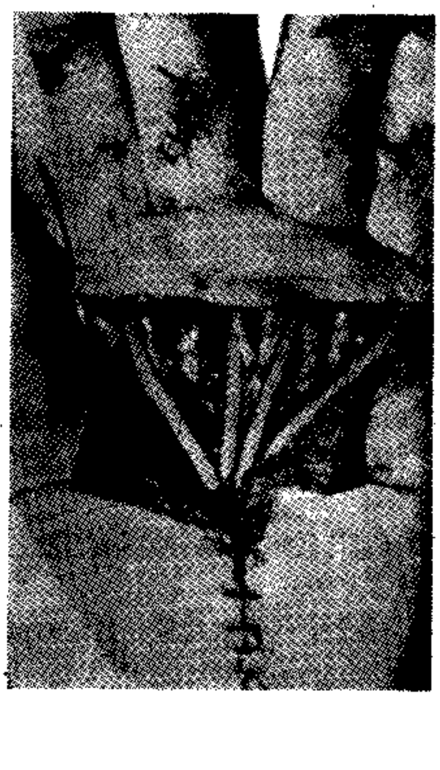


图 10·15　4 个手指再植的病人的二期手术，移植了 8 条腓肠神经修复指神经，并置入 4 条硅橡胶条，为以后做屈肌腱移植用

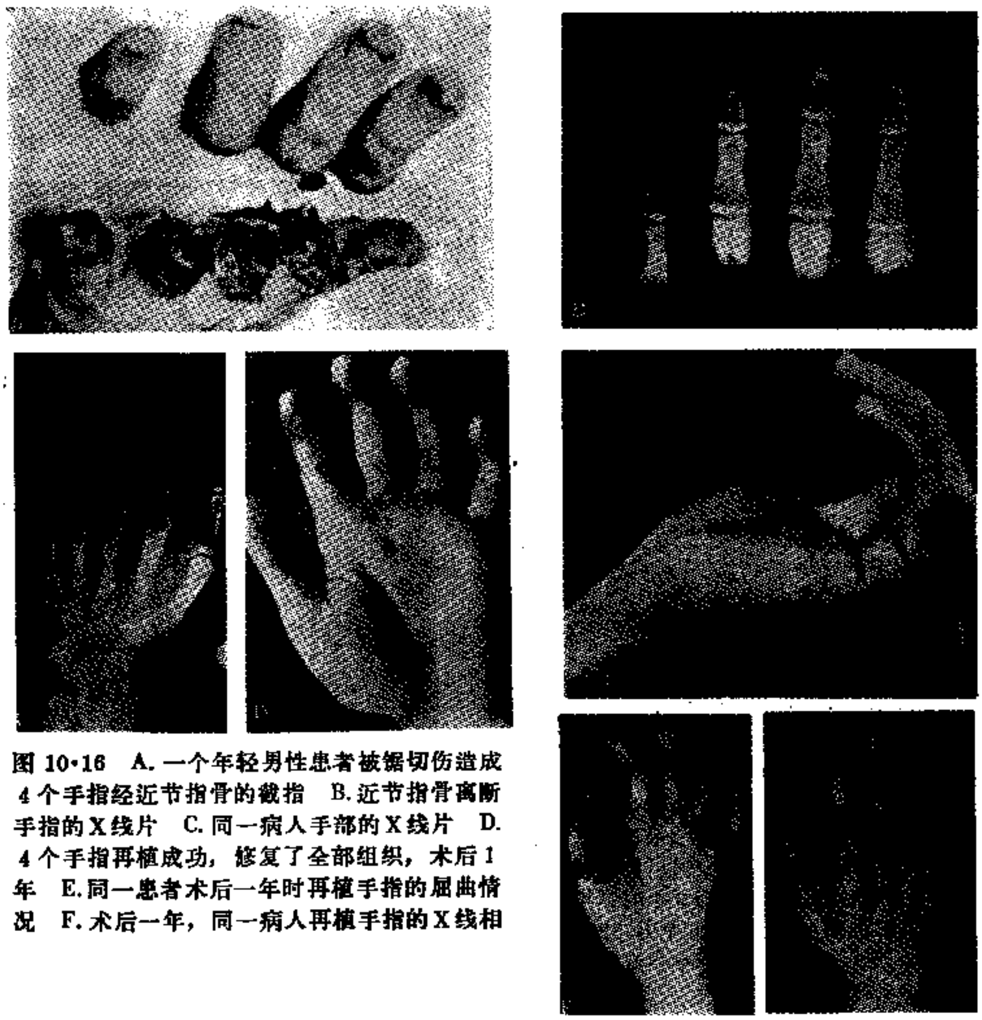


图 10·16 A.一个年轻男性患者被锯切伤造成4个手指经近节指骨的截指 B.近节指骨离断手指的X线片 C.同一病人手部的X线片 D.4个手指再植成功，修复了全部组织，术后1年 E.同一患者术后一年时再植手指的屈曲情况 F.术后一年，同一病人再植手指的X线相

类手术。应该尽一切努力做到高质量地一期修复屈指深肌腱。

二期修复

由于再植部位有致密的疤痕，是进行一期修复的强有力的理由，要努力避免二期手术。如果在一期手术时，手指的血循环有可疑，则应推迟修复肌腱和神经。常常可能在邻近指动脉吻合处做指神经的修复，这样就可以避免晚期再暴露这一区域，并可避免伤及修复的动脉。

为了分两期做屈肌腱移植的需要，可使用硅胶条。有的可将其一期置入，以避免肌腱鞘管的塌陷闭合，约在两个月时将其取出做肌腱移植。

硅胶关节在本组病例中曾使用过（图 10·18）Lindsay(1972) 在再植的拇指掌指关节内置入一个硅胶关节。

生长

所有再植的手指，均显示有一些持久性的萎缩而且比较短，在一些再植手指上，可见到指甲生长较正常为快，也比较硬。

如果没有损伤骨骺，儿童的手指可在正常范围内生长，并能代偿原始的骨缩短（图

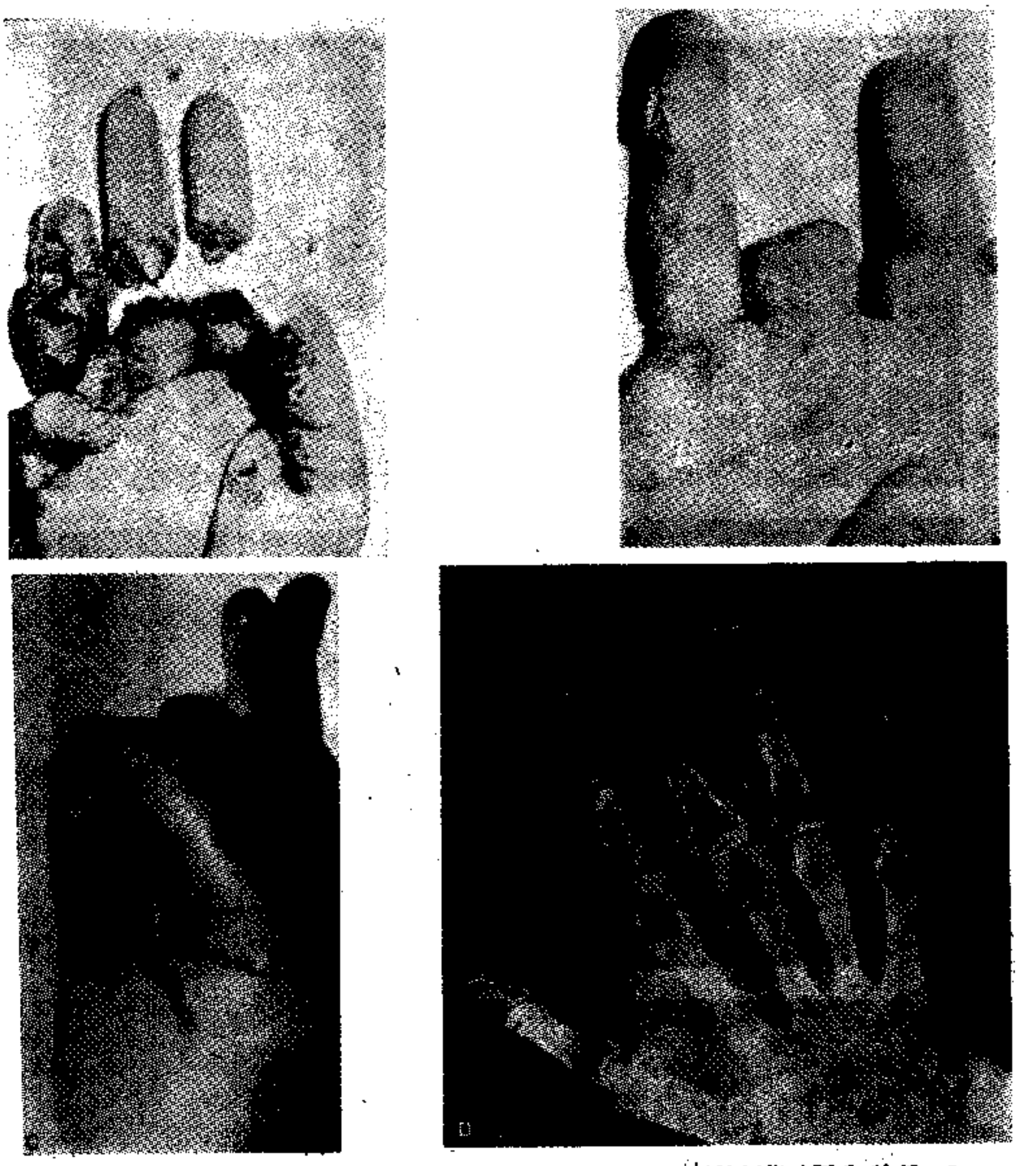


图 10·17 A.右示指和中指圆锯伤致截指 B.右示指修复了桡侧指动脉和神经，2条背侧静脉和伸肌腱，受伤和再植术后12个月 C.远端指间关节做了肌腱固定术，术后4个月，拇指和示指相捏有力 D.同一患者的动脉造影显示示指桡侧指动脉通畅

10·19)。

其他情况

在多个手指截指时，一个手术组至少要由两名外科医生和两名助手以及熟练的手术室护士组成。一个积极的显微外科的研究计划对于训练人员是很有利的，并且对手外科有足够经验也很重要。每个大城市应该有一个中心准备去处理这种类型的手部创伤。活动和锻炼对这些病人是重要的。参加工作有利于早日恢复功能，这一点很重要，可使其精神状态良好。有时这可以由于服务不周到，家庭的地理位置或法律上的原因而受到影响。这些病人工作时使用的工具需要改变。活动锻炼得越好，最终的功能结果也越好。

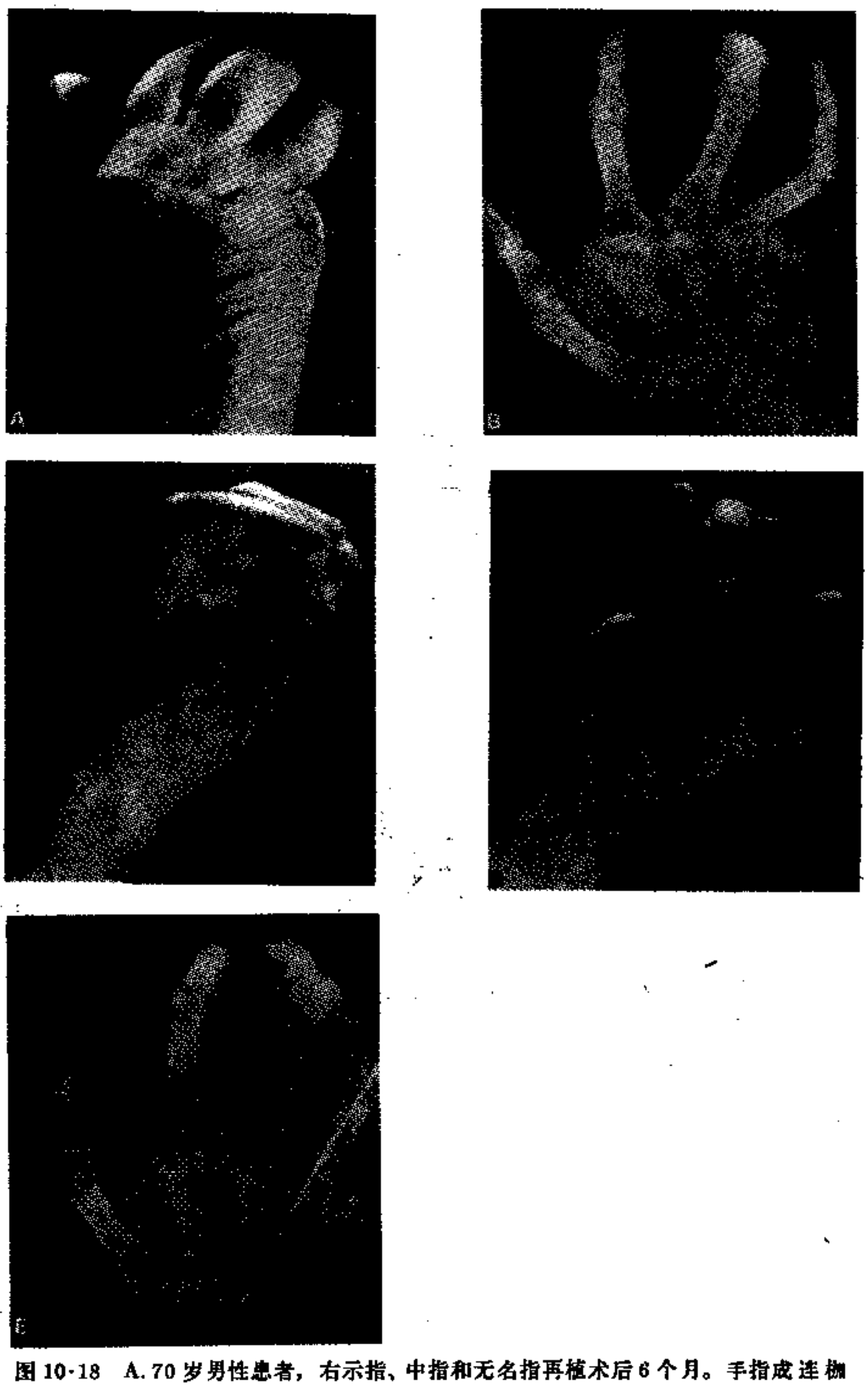


图 10-18 A. 70 岁男性患者，右示指、中指和无名指再植术后 6 个月。手指成连枷状并有尺偏畸形 B. 同一病人术后 6 个月的 X 线片，显示再植手指的掌指关节序列紊乱和尺侧偏倾。可见在再植手术当时置入的小动脉夹子 C. 第二和第三掌指关节置入硅橡胶关节，手术后 3 个月的屈曲范围。第四掌指关节行关节融合术 D. 第二和第三掌指关节置入硅橡胶关节后 3 个月，手指的序列良好 E. 第二和第三掌指关节置入硅橡胶关节术后 3 个月，X 线片显示手指对线良好

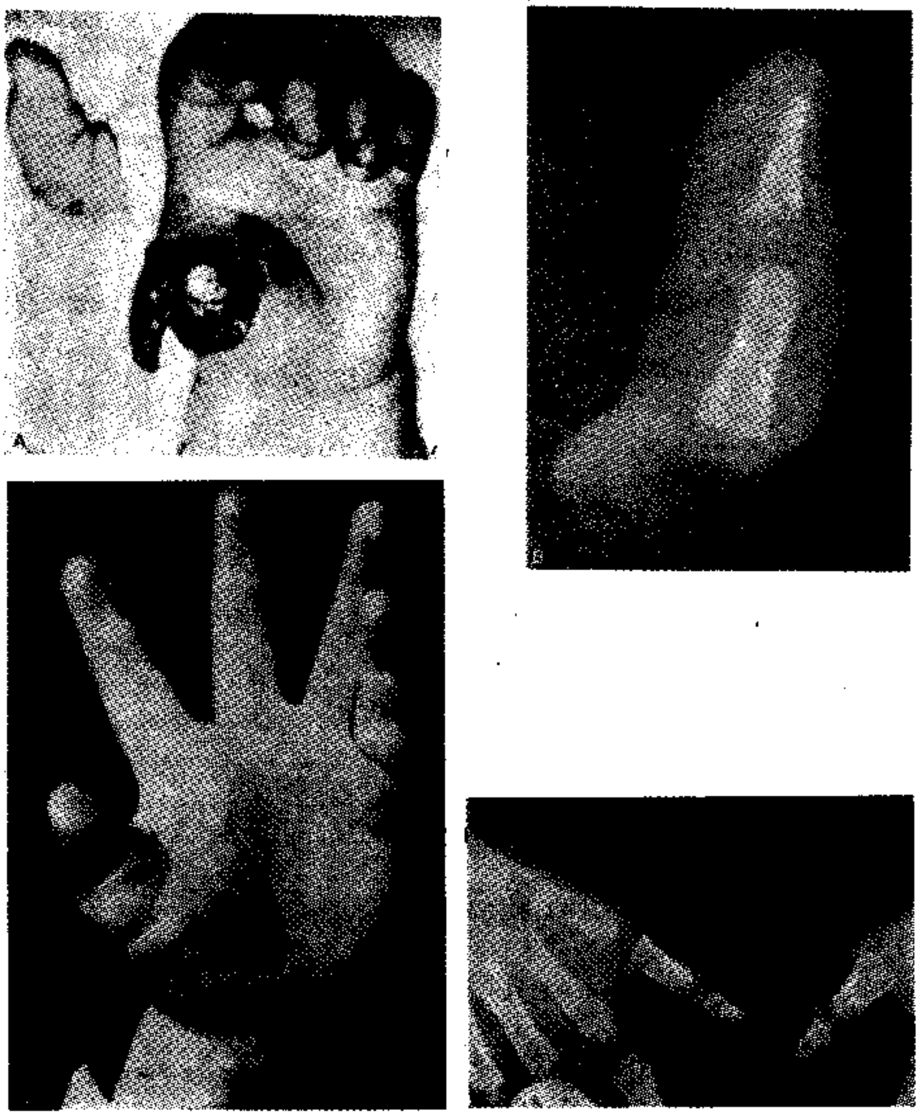


图 10·19　A. 20个月男婴的左拇指截指　B. 通过掌指关节截除的拇指的X线片　C. 手术后4个月，手的掌侧，没有骨缩短　D. 同一病人18个月后的X线片，左侧是再植的拇指。由于骨骺损伤，近节指骨较正常侧轻度缩短

几乎所有的病人最后均获得满意结果，但还需要继续进行评价。再植肢体的结果要比截肢或安装假肢为好，也比严重捻挫伤而没有截肢或灼伤的手需要较少的康复锻炼。

（芦家泽　王澍寰）

参 考 资 料

Buncke, H. J. Jr. & Schulz, W. P. (1965) Experimental digital amputation and reimplantation. Plastic and Reconstructive Surgery, 36, 62-70.

Ch'En, C. W. (1972) Personal communication.

Ch'Eng, S. S. (1972) Personal communication.

Cobbett, J. R. (1969) Small vessel surgery in the hand. The Hand, 1, 57

Douglas, D. (1959) Successful replacement of completely avulsed portions of fingers with composite grafts. Plastic and Reconstructive Surgery, 23, 213-25.

Hayhurst, J. W., & O'Brien, B. McC. (1975) An experimental study of microvascular technique, patency rates and related factors. British Journal of Plastic Surgery, 28, 128-32.

Horn, J. S. (1969) The reattachment of severed extremities. In Recent Advances in Orthopaedics, ed. Apley, A. G. pp. 49-78. London: Churchill.

Ikuta, Y. (1975) Microvascular Panel-Thirteenth Pan Pacific Surgical Association Congress, Honolulu.

Ikuta, Y. (1975) Microvascular Surgery, pp42. Lens Press, Hiroshima.

Kleinert, H. E. (1972) Personal communication.

Kleinert, H. E. & Kasdan, M. L. (1963) Salvage of devascularized upper extremities, including studies on small vessel anastomoses. Clinical orthopaedics and Related Research, 29, 29-38.

Kleinert, H. E. & Kasdan, M. L. (1965) Anastomosis of digital vessels. Journal of the Kentucky Medical Association, 63, 106-8.

Kleinert, H. E., Kasdan, M. L. & Romero, J. L. (1963) Small blood vessel anastomosis for salvage of the severely injured upper extremity. Journal of Bone and Joint Surgery. 45A, 788-96.

Komatsu, S. & Tamai, S. (1968) Successful replantation of a completely cut-off thumb, Case report. Plastic and Reconstuctive Surgery, 42, 374-7.

Kutz, J. E., Hay, E. L. & Kleinert, H. E. (1969) Fate of small vessel repair. Journal of Bone and Joint Surgery, 51A, 792.

Lendvay, P. G. (1968) Anastomosis of digital vessels. Medical Journal of Australia, 2, 723-4.

Lendvay, P. G. (1973) Replacement of the amputated digit. British Journal of Plastic Surgery, 26, 398-405.

Lendvay. P. G. (1975) Sixth International Plastic and Reconstructive Surgery Congress, Paris.

Lendvay, P. G. & Owen, E. R. (1970) Microvascular repair of completely severed digit. Fate of digital vessels after six months. Medical Journal of Australia, 2, 818-20.

Lindsay, W. R. N. (1972) Personal communication.

O'Brien, B. McC. & Miller, G. D. H. (1973) Digital reattachment and revascularization. Journal of Bone and Joint Surgery, 55A, 714-24.

O'Brien. B. McC., Miller, G. D. H., MacLeod, A. M. & Newing, R. K. (1973a) Saving the amputated digit and hand. Medical Journal of Australia, 11, 558-62.

OBrien, B. McC., MacLeod, A. M., Miller, G. D. H., Newing, R. K., Hayhurst, J. W. & Morrison, W. A. (1973b) Clinical replantation of digits. Plastic and Reconstructive Surgery, 52, 491-502.

O'Brien, B. McC. (1974) Replantation surgery. In Clinics in Plastic Surgery, ed. Converse, J. M., 1, 3. Philadelphia: W. B. Saunders Co.

O'Brien, B. McC. & Baxter, Thelma J. (1974) Experimental digital replantation. The Hand, 6, 11-16.

O'Brien, B. McC. & MacLeod, A. M. (1975) Replantation surgery. Transactions of the Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, Paris.

Sixth People's Hospital, Shanghai (1967) Reattachment of traumatic amputations. A summing up of experience. Chinese Medical Journal, 1, 392-401.

Sixth People's Hospital, Shanghai (1973) Replantation of severed limbs and fingers. Chinses Medical Journal, 1, 3-10.

Snyder, C. C., Stevenson, R. M. & Browne, E. Z. (1972) Successful replantation of a totally severed thumb. Plastic and Reconstructive Surgery, 50, 553-9.

Snyder, C. C., Crouch, R. H., Hathaway, B. N. & Sterzer, S. K. (1974) Bridging the gap between premedical and medical education. Plastic and Reconstructive Surgery, 53, 214-5.

Tatsumi, Y., Tamai, S., Komatsu, S., Hori, Y., Okuda, H., Kashiwagi, H., Nakamura, Y. & Mii, Y. (1974) Functional recovery following digit replantation. In Proceedings of 17th Annual Meeting, Japanese Society for Surgery of the Hand, Tokyo, May 1974.

Tsai, Tse-Min (1975) Experimental and clinical application of microvascular surgery. Annals of Surgery, 2, 169-77.

11. 一期足趾-手移植

Nicoladoni (1900) 用踇趾行分期手术以再造拇指，数十年来偶而有些医生采用这种方法(Clarkson, 1962; Freeman, 1965)。它需要将手和足固定在一起，固定困难，而且费时较长。这种方法并不具有一条主要的动脉。由于这些缺点，这种方法已被放弃，而代之以示指拇化和带神经血管蒂的岛状皮瓣加植骨成型术。Buncke, Buncke 和 Schulz (1966) 将恒河猴的踇趾和第二趾联合一起，一期移植到手的实验获得了成功。在临床上 Cobbett (1969; 1971) 首先报导踇趾移植术，随后 Buncke 等 (1973) 也获得成功。Cobbett 利用右足趾跖侧的趾血管，Buncke 等应用第一跖骨动脉作为供给踇趾的动脉。上述两个病例均应用背侧的静脉。两个报告都强调于术后发生血运障碍，需要再次手术。Tamai (1974) 也获得成功，报告了血管吻合术后的一些问题。另有少数未报告的成功病例中，都有着同样的经验。O'Brien 等 (1975; 1976 a)报告以踇趾移植再造拇指和用第二和第三趾再造其他手指，方法简单而安全。由于病人步态恢复迅速，缩短了住院时间。

踇趾和第二足趾的血管解剖

背侧

这些血管解剖是以 30 例新鲜尸体解剖和 9 个游离足趾移植的临床实践为基础的。证明足背动脉是供给内侧三个足趾的主要动脉。它从足背延伸到一、二跖骨间隙的近侧，继续向下经第一背侧骨间肌肌纤维进入足的跖侧 (图 11·1)。足背动脉发出第一跖背动脉，它沿着第一、二跖骨间隙，通常在第一背侧骨间肌表面或第一背侧骨间肌内。在跖骨颈处分为两条趾背动脉，一条到踇趾外侧，另一条到第二趾内侧。临床有两例其第一跖骨动脉位于第一背侧骨间肌的深部，是跖骨间隙内仅有的一条跖骨动脉，然后分成两条跖侧趾动脉到踇趾。在这个间隙进行深部解剖，此动脉在内收踇肌的跖侧面经过。Gilbert (1975) 曾报告在尸体上用足背动脉注射的方法进行研究，发现足背动脉发出两条跖骨动脉，在第一跖骨间隙处形成一条垂直的动脉吻合环。大多数病例浅支是主要的，在间隙的远端有较小的深支连接浅支。以深部跖骨动脉为主的病例，在分为踇趾主要趾动脉以前，它经过跖骨间韧带之下到足跖面。游离踇趾时，在间隙内自血管外侧缘剥离，而移植第二足趾时则从血管的内侧缘进行。

多数病例的足背动脉分出一条长的分支供给第二趾蹼。足背动脉有两条伴行静脉，伴行静脉在踝关节水平较粗，但以后逐渐变细，在跖骨间隙处已不宜进行显微血管吻合。然而在较近端可满意地进行吻合。

足背动脉偶见缺如，而代之以增大的腓动脉穿支，但穿支的位置较靠外侧。用小静脉移植修复第一跖背动脉和吻合一条踇趾背侧的大静脉，再植成活内侧三个足趾，说明这些血管的重要性 (Steichen 和 Strickland, 1975) (图 11·1)。所有足趾静脉回流到背侧静脉弓，在内侧，它汇合到大隐静脉，后者沿足背内侧越过内踝前面。

跖侧

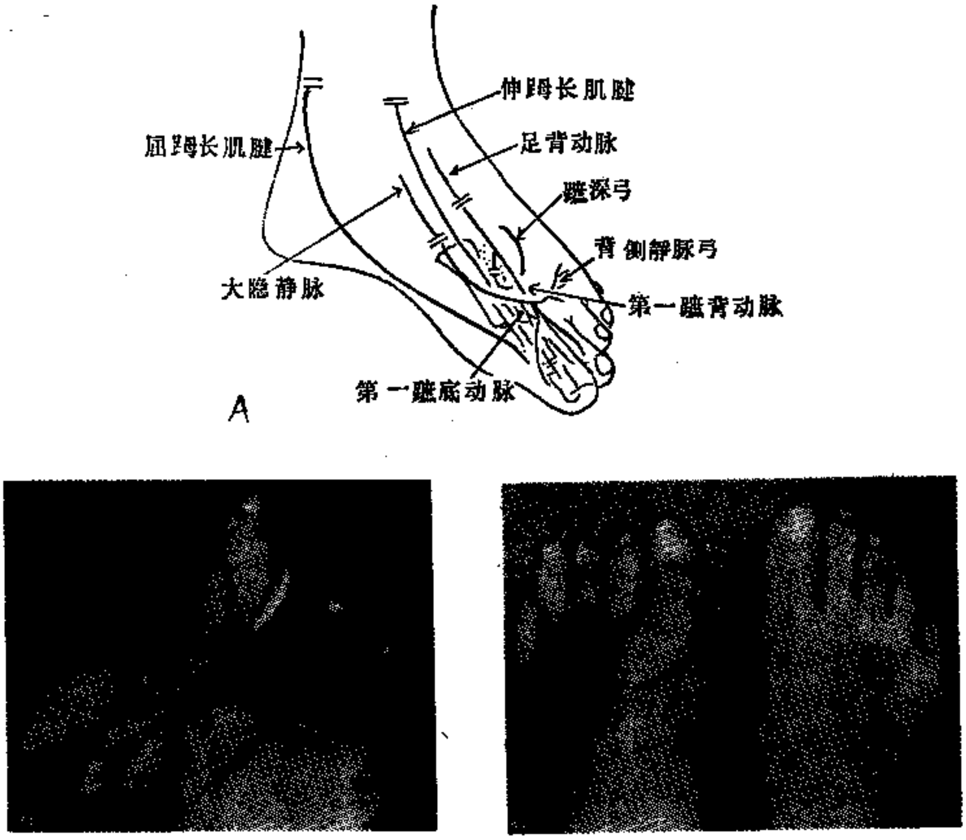


图 11·1 A. 左足背的解剖，表示肌腱和血管切断的水平。 B. 左足内侧三个足趾离断，仅剩一小部分皮肤相连。 C. 被截断的三个足趾应用小静脉移植修复第一跖背动脉，同时吻合一条踇趾背侧的大静脉，足趾再植成功

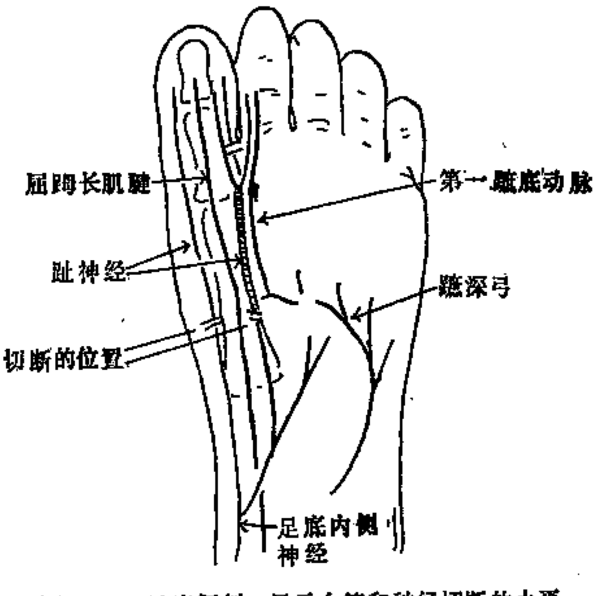


图 11·2 足底解剖，显示血管和神经切断的水平

在跖侧，跖深弓由内侧的足底内侧动脉和足背动脉，以及外侧的足底外侧动脉组成（图11·2）。第一跖底动脉起自深弓的内侧端，并分出两条趾动脉供给第一、二趾的毗邻面。第一跖底动脉的直径一般较第一跖背动脉为小。

足趾移植的适应证

由于目前足趾移植手术的安全性有了把握，其适应证更为肯定。除拇指外其他手指缺损，做䠀趾一期移植尚有较大争论。我们第一例䠀趾移植，应用背侧血管，此例虽然示指末节已截除，但其他四个手指存在。由于职业上的特殊理由，需保留较宽大的手，而患者又是一位脊髓灰质炎后遗症病人，要使用拐杖。而相对地䠀趾不是必须保留的。现在由于一期䠀趾移植比较安全，因此，在选择其他方法重建拇指时，应考虑行䠀趾移植。问题是牺牲䠀趾和牺牲示指那一种更易被接受。到目前䠀趾缺损造成的残疾较小。在美观方面，䠀趾移植要比纺锤样的示指拇化更为满意。虽然䠀趾比正常拇指稍大，但经过一段时间以后，移植的䠀趾变得更象拇指。有些个别的足趾外形有一些变异，但绝大部分作为移植用还是满意的。如果第一掌骨残留三分之二，䠀趾移植须经其近节趾骨基底。䠀趾移植以后，足部出现的残疾很小，Buncke（1975）六例䠀趾移植的经验更证实了这一点。少数的病例其第一掌骨完全缺损或过短，移植时应包括跖趾关节。作者曾作过三例带跖趾关节的䠀趾移植，病人走路很好。

第二足趾移植术适用于下述情况：拇指完整而其它4个手指缺损，或只存留拇指和示指，或只存留有小指。在美观上第二足趾不适于代替整个拇指或部分拇指的缺损。第二足趾移植于何处仍有争论，当足趾的近节趾骨固定在手指的近节指骨时，拇指的掌指关节需具有良好的屈曲范围。如果掌指关节缺损，移植时应包括跖趾关节。第二足趾的活动范围不仅比示指或中指要少得多，而且它的伸展比屈曲的活动范围要大。因此，强调掌指关节应具有正常的活动范围。第二足趾移植的主要功能是使它能与拇指完成夹捏的动作，因此，能改进手的握物功能，特别是握大的物体。足趾移植时，成角固定于手指，将有助于其屈曲功能。第二足趾可移植在示指或中指部位。后者更好一些，在与拇指相捏时可以避免为跖侧垫所妨碍，而且对握力有所帮助。

当所有的手指，包括拇指均缺损时，可以从一只足部取䠀趾，从另一足取第二趾，使一个残废严重的手恢复有用的钳捏动作。当所有四个手指均缺损，只保留拇指时，将二、三足趾连同其背侧的血管作为一个整体移植以代替两个手指。

䠀趾移植再造拇指

拇指缺损，而四个手指存在，或同时伴有其他手指缺损而无法行手指拇化时，适宜采用同侧䠀趾移植再造拇指（图11·3）。在这些情况下，足趾移植要比手指拇化或植骨加皮瓣和带神经血管蒂皮岛为好。假若足背动脉和桡动脉容易扪及，术前没有必要行动脉造影。足背的静脉以及手的解剖鼻烟壶区的静脉可以清楚地观察到。X线平片可判断拇指缺损的水平（图11·3）。

采用骶管硬膜外阻滞和辅以臂丛麻醉，必要时可作神经安定镇痛麻醉。在开始解剖手和足时，使用止血带，两组手术同时进行。

解剖足趾

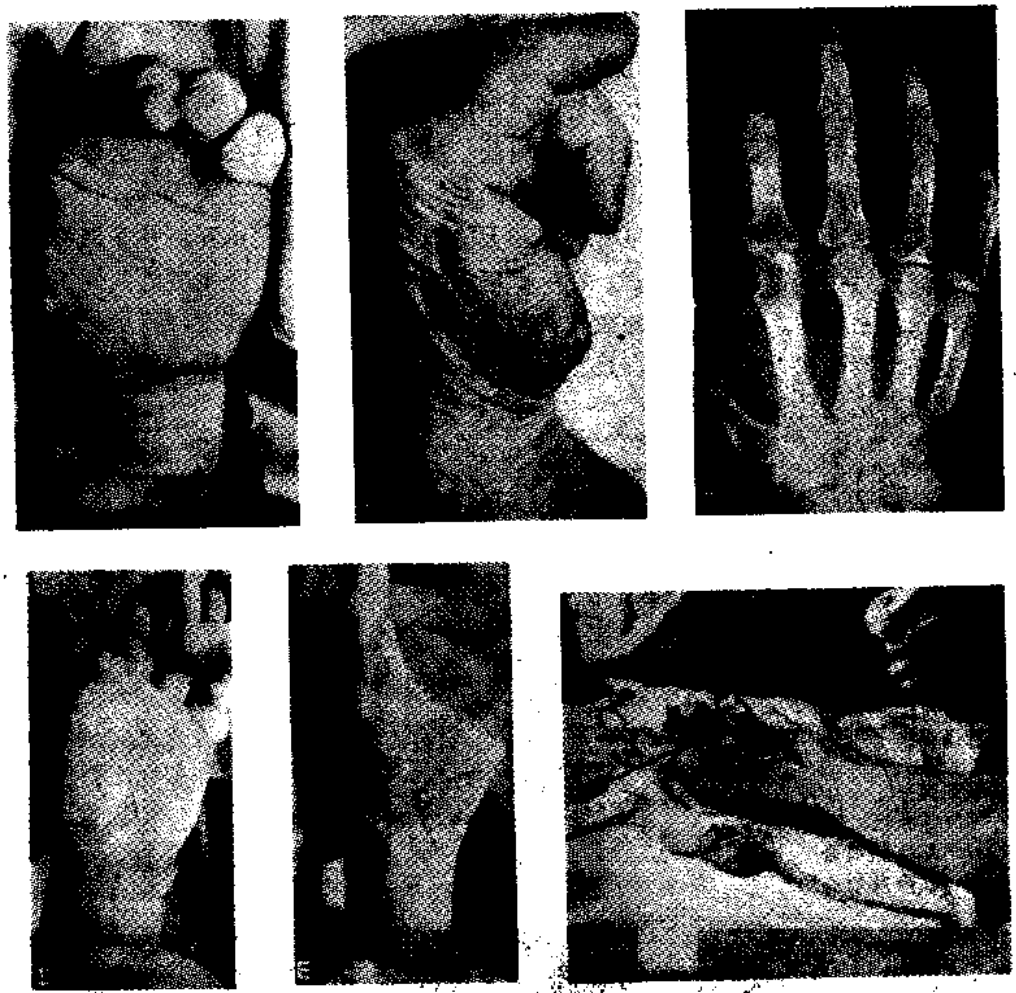


图 11·3 A. 左拇指截指，掌面观 B. 背面观 C. X线显示左手拇指于掌骨干离断 D. 左手掌侧皮肤切口，E. 背侧皮肤切口，F. 移植同侧踇趾连同其长伸肌腱置于手旁

切口经过同侧踇趾的第一趾蹼，应记住第一跖背动脉的足趾分支位置较表浅。切口延续并环绕足趾的基底，在跖趾关节水平的近侧。皮肤切取的范围根据被替代拇指的长度而定，应谨慎地测量拇指缺损的长度。实际需要的皮肤比估计的要多，特别是在手的背侧。切取的足趾越长，足趾与拇指指蹼越不相适应。因此，在这种情况下应多取一些足趾趾蹼和足背皮肤。在移植的足趾上如果包含有足背的皮肤，就可能避免用局部转移皮瓣和远距离皮瓣来修复拇指指蹼。在跖趾关节近端截取足趾，足趾上最好少带肌肉，否则移植后足趾皮肤不易与手部伤口缝合。如果包括跖趾关节，足部的小肌肉可在其肌腹与肌健接合处切断。背面纵切口与环形切口相连以暴露肌腱和血管。显示出足背动脉，并探查其向深处的延续部分，以及其发出的第一跖背动脉（图 11·3）。在第一背侧骨间肌内进行分离，以确定第一跖背动脉的起始处，并向远端直找到其分支处。背侧静脉弓的内侧端与踇趾背侧的静脉连接，向近端回流到大隐静脉，大隐静脉比足背动脉更靠近内侧。如果足趾作移植时包括较多的足背皮肤，足背皮肤从外侧向内侧剥离就更易暴露第一跖背动脉。找到伸踇长肌腱，以及胫前神经到第一趾蹼间隙的末梢分支。用双极电凝器电灼血管主干的分支以便游离血管蒂。

在足底，找到位于表浅的屈踇长肌腱及趾神经，并将它们游离到足够的长度（图11·3）。足底的血管并不需要如此剥离。

然后将伸趾长肌腱在踝关节水平切断；屈趾长肌腱在内踝后方另做的切口中切断，然后从足底伤口抽出。偶尔在屈踇长肌与屈趾长肌之间存在有腱性联合。这可以通过牵拉或直接切断将其分开。注意保护跖骨背部的血管，将足趾之跖趾关节从内侧开始离断。如果要包括跖趾关节，先将足背动脉和大隐静脉切断向远端牵开，并仔细将它们与骨骼分开。然后用线锯将骨骼截断。在手部解剖予先完成后，足趾主要的背侧血管按手血管的相应水平切断。这条较长的血管蒂可便于腕部有较大的屈伸度，特别是桡动脉由于原来创伤需要向更近端切断时。足趾不需灌注和冷藏。软组织在第一跖骨中部缝拢，足部创面用断层皮片移植覆盖。

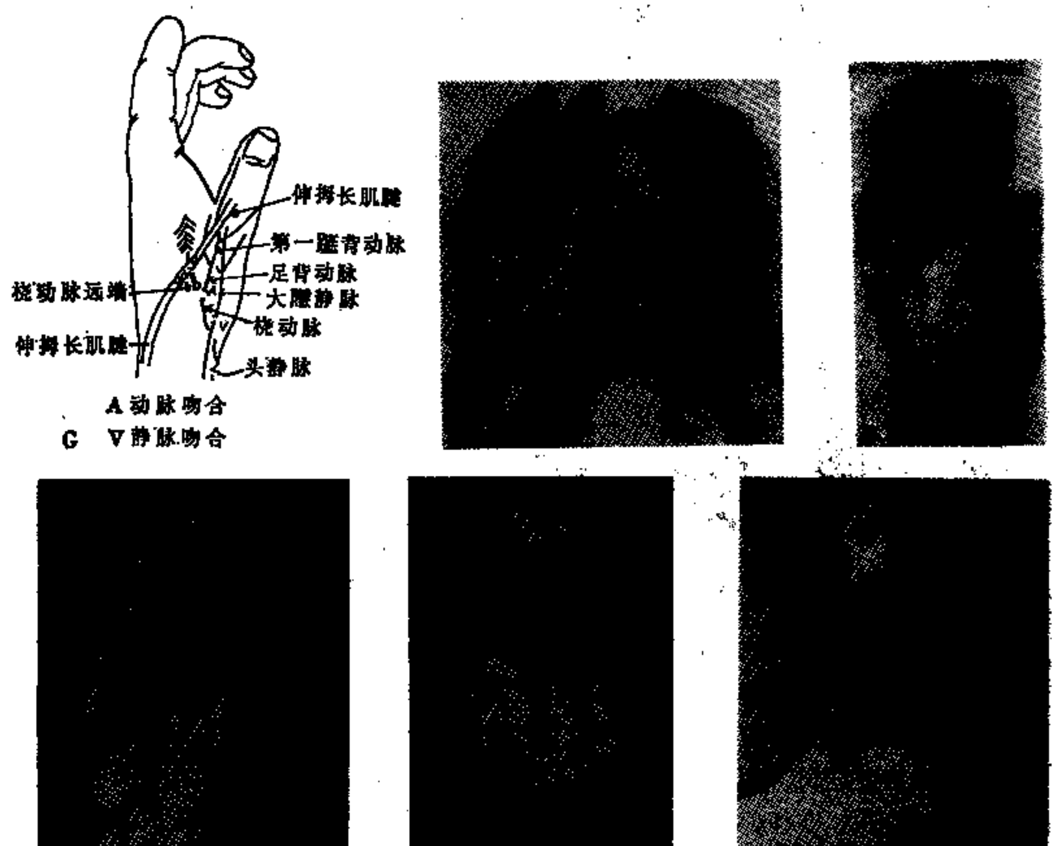


图 11·3 G. 在手背侧修复血管和肌腱 H. 一年以后移植的踇趾（左侧）和正常右手拇指比较，I. 术后一年拇指对掌良好，差不多可触及小指 J. 动脉造影，左图，两个月时在舟骨远端水平的动脉吻合处。右图，于同一水平静脉吻合处 K. 在足植皮术后四个月

解剖手部

切除拇指残端的疤痕，切开并剥离画出的掌侧与背侧的皮瓣（图11·3）。延长拇指的切口暴露鼻烟壶处的血管，这适用于各种类型的足趾移植，而避免血管在皮肤桥状皮瓣下发生扭转。设计的皮瓣应使血管吻合处有良好的覆盖。分别找出屈拇长肌腱、伸拇

肌腱及两条指神经。显露出跨越鼻烟壶的表浅的头静脉起始处及桡动脉。暂时阻断桡动脉以观察手的血运。然后将蹞趾移植到手部（图 11·3），切除关节面以后，用取自跖骨的骨栓做髓内固定，近端插入掌骨，远端插入蹞趾之近节指骨。另外从背侧用克氏针斜行穿过两骨断端的接触面，可使之更为稳固。在固定骨骼时必须注意保护血管束。如果移植的足趾包括跖趾关节，则将跖骨连接到第一掌骨的残端。残留的大鱼际肌缝接到蹞趾小肌肉的腱性止点处。在前臂远端正常组织处另作一切口，将屈蹞长肌腱经过鱼际部的皮下隧道与屈拇长肌腱的近端缝合。修复肌腱的张力调节在趾间关节屈曲大约 30°左右。蹞趾的趾神经与拇指的指神经用 10-0 尼龙线间断缝合神经外膜，然后缝合掌侧皮肤。神经的粗细可能有些不相称，蹞趾的趾神经一般较拇指指神经细小。

在腕背部或第一掌骨基底将伸拇长、短肌腱与伸蹞长、短肌腱缝接。在显微镜下观察血管束，保证血管没有扭转。将头静脉或其一条大的分枝与大隐静脉吻合；然后松去血管夹。切断桡动脉，结扎其远端，将桡动脉近端与足背动脉用 10-0 尼龙丝线吻合（图 11·3）。如果桡动脉是手部血运的主要来源，则将其分枝与足背动脉吻合。然后缝合手背面的皮肤，包扎拇指，并用掌侧石膏托进行固定。术中应输血。

第二足趾移植

对于拇指完整而其余手指均缺损只剩有掌骨的病例，有几种功能重建的方法（Kelleher 等，1968；Michon，1972；Michon 和 Jandeaux，1974；Michon 和 Dolich，1974）。这些方法的目的是恢复握大的物体的功能，以及恢复有感觉能捏的动作。在容易而安全的蹞趾移植方法建立以后，第二足趾移植明显地成为另一种方法。它同样运用于仅有拇指和示指，或仅有小指的病例（图 11·4）。仅缺损一个手指，特别是妇女，缺损环指或中指的时候，个别人不能接受。应用部分第二足趾重建是切实可行的（图 11·5）。

解剖手部

手和足两组医生同时手术。在手部，掀起背侧皮瓣的桡侧缘，将切口的近端延长，暴露桡动脉和头静脉。在切断桡动脉之前，用一只血管夹夹住桡动脉，以观察尺动脉供应手的血运是否充足。同时找出示指的两条伸肌腱。在远侧掌横纹处作一短切口，暴露屈指深肌腱残端和到示指或中指的指神经。手术在止血带下进行分离，在找到上述组织后即不再使用。

解剖足趾

应用止血带，静脉内保留一些血液，在足背部做切口（图 11·4），分离足背动脉及第一跖背动脉直至第一趾蹼间隙。暴露足背动脉的深穿支，它于第一背侧骨间肌两头之间进入足底。足背静脉弓接受来自第二足趾的两条静脉，在近端进入大隐静脉。然后将第二足趾的伸趾长肌在踝部背侧切断。

在足底找出屈趾长肌腱并切断，趾总神经可于附近找到。在神经分出第二足趾神经之前，在放大镜下行神经内剥离。这样，可保留分布到蹞趾和第三趾的感觉。

其余的软组织及跖骨间韧带切断。第二足趾经跖趾关节切断，如果需要的足趾比较短（图 11·5），可在更靠远端水平切断。然后结扎足背动脉的深穿支，放松止血带使第二足趾恢复血运。若血运恢复缓慢，常常是由于痉挛，可局部应用罂粟碱和将足部位置放

低得以纠正。接着将足背动脉夹住，并于踝关节水平将其切断。于内踝下方结扎大隐静脉。然后将游离的足趾移到手部（图11·4）。

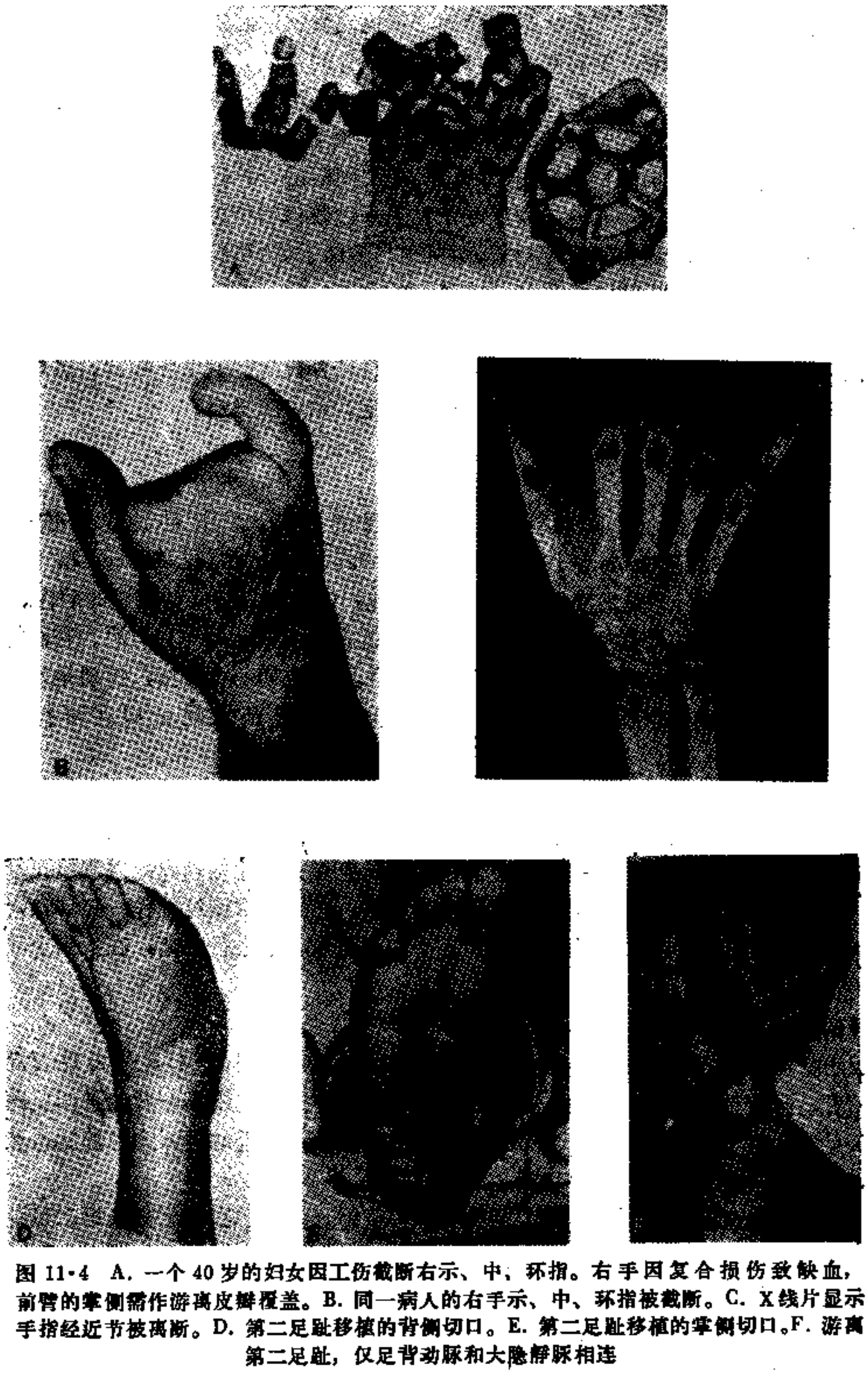


图 11·4 A．一个40岁的妇女因工伤截断右示、中、环指。右手因复合损伤致缺血，前臂的掌侧需作游离皮瓣覆盖。B．同一病人的右手示、中、环指被截断。C．X线片显示手指经近节被离断。D．第二足趾移植的背侧切口。E．第二足趾移植的掌侧切口。F．游离第二足趾，仅足背动脉和大隐静脉相连

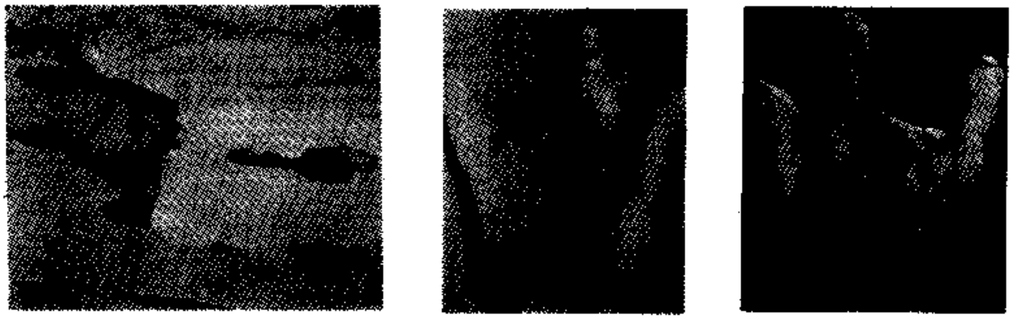


图 11·4 G. 第二足趾连同其血管带放于手的旁边。H. 第二足趾从近节趾骨基底移植到示指近节基底上，掌面观。I. 背面观

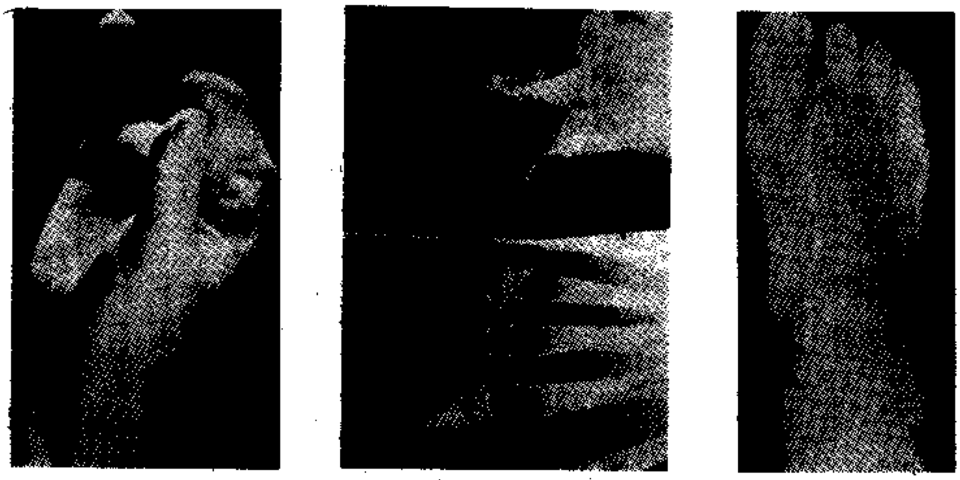


图 11·4 J. 移植的足趾和拇指能很好地对指。足跖垫二期手术修整。K. 两个月时，移植的第二足趾的X线及髓内植骨。L. 右第二足趾切除后足部愈合



图 11·5 A. 39岁妇女，左环指经中节指骨基底截断。B. X线片。C. 部分第二足趾移植的左足部背侧切口



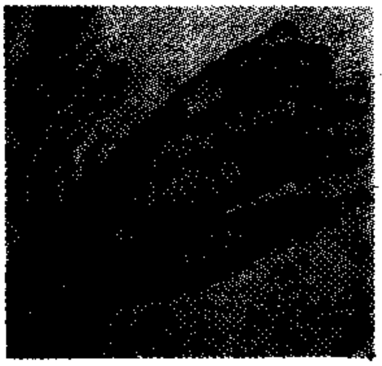


图 11·5 D. 第二足趾自近节基底切断，仅足背动脉及其第一跖背动脉和大隐静脉及其属枝与第二足趾相连。E. 部分第二足趾移植到左环指近节指骨基底手术完了时情况。血管蒂仔细地置于背侧皮下，在解剖鼻烟壶区进行血管吻合。屈、伸长肌腱以及指神经在手指部修复

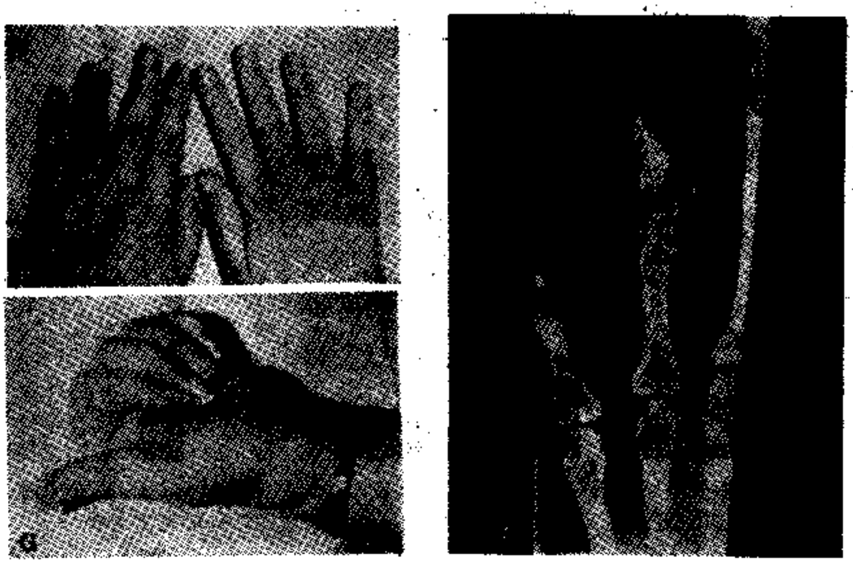


图 11·5 F. 同一病人在 4 个月时双手环指的对比。G. 左环指在 4 个月时的屈曲情况。H. 术后 4 个月左环指及其髓内植骨的X线片

足 趾 移 植

用取自残留的第二跖骨的髓内骨栓，固定足趾的位置后，再用一枚克氏针斜行固定。用固有伸示指肌或示指伸指总肌腱与足趾的伸趾肌腱缝合，将示指屈指深肌腱与足趾的屈趾长肌腱缝合，使手指所有关节均有些屈曲。如果移植部分第二足趾，其屈伸肌腱于指部进行修复。长的血管蒂在没有扭转的情况下通过手背皮下隧道移至鼻烟壶处。指神经用 10-0 尼龙针线缝合神经外膜数针。有时神经的粗细不一致。缝合除鼻烟壶处以外的掌侧和背侧伤口。将大隐静脉与头静脉用 10-0 尼龙针线端对端间断缝合，用同法将足背动脉吻合到桡动脉（图 11·4）。

动脉修复之后，放松血管夹，通常第二足趾血液循环立即恢复，足趾变红，同时变得温暖。如果血液循环恢复有任何迟缓，可以局部使用罂粟碱和将手下垂，手部血液循环将得到恢复。这些移植的足趾平均缺血时间是 1 到 2 个半小时。术后手用掌侧石膏托

固定，露出足趾。足部伤口一期缝合并无困难。

整个第二足趾移植时，足趾基部两侧的皮肤不够，需行皮片移植。切取足趾时如果包括趾蹼及邻近趾的皮肤，这问题即可解决。

双足趾移植

踇趾和第二趾移植（取自双足）

踇趾取自一足，第二趾取自另一足（O'Brien 等，1976）。

操作技术

当拇指和多个手指或全部手指缺损，可以分别从两足切取踇趾和第二足趾进行联合移植（图 11·6）。设计足趾的长度要适合缺损的手指。踇趾的跖趾关节可以包括在内一同移植。最大的问题是鱼际指蹼修复。为了避免做皮瓣，在切取足趾时，双足背面的皮肤可以用来修复鱼际指蹼的大部分（图 11·6）。足背动脉可提供背侧皮肤良好的血液循环。两条足背动脉可以吻合到桡动脉及其一条大的分枝上。在解剖鼻烟壶区有一些合适的静脉可与两条大隐静脉吻合。

在踇趾移植时不需使用太宽大的足底垫。在趾蹼间作垂直的切口，即可切取足够的

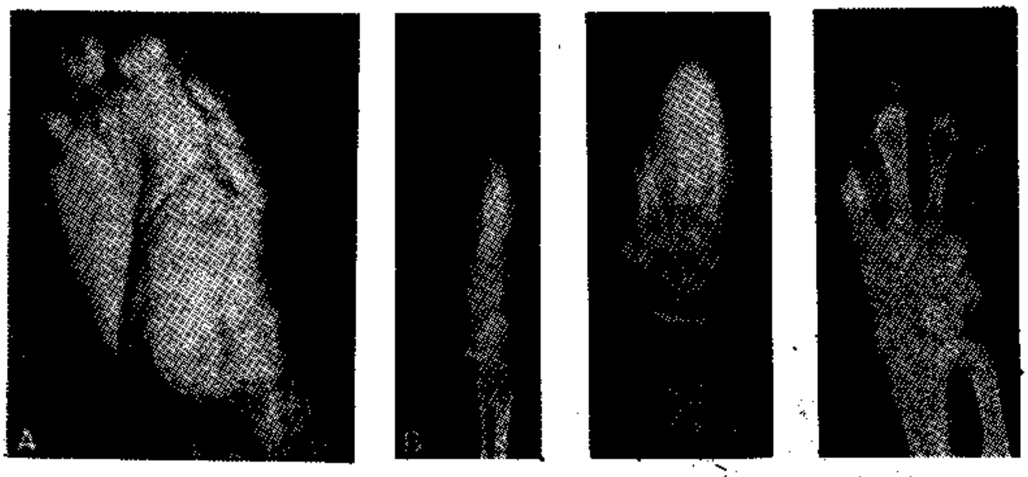


图 11·6 A. 56 岁男性病人、严重链锯损伤，造成右手拇指和第一掌骨、示指和部分第二掌骨以及部分中、环、小指缺损。B. 同一病人多个手指被截断的 X 线片

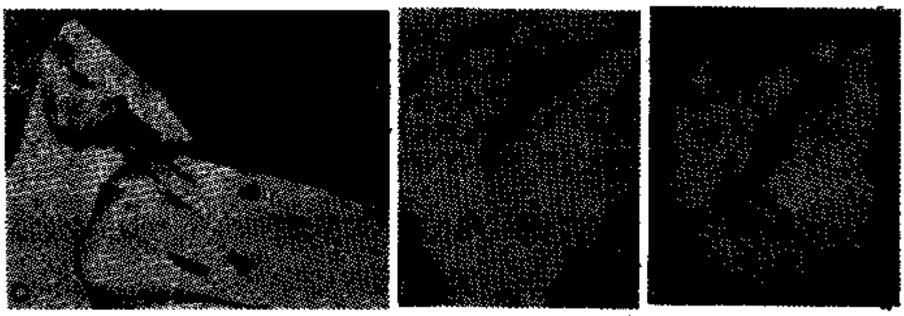


图 11·6 C. 同侧右足踇趾，包括跖趾关节及其长肌腱和血管，放在足上。D. 同侧右踇包括跖趾关节移植到拇化的第二掌骨，对侧左足第二趾同时移植到中指近节指骨。使用髓内骨栓固定，鱼际指蹼背侧需用腹股沟皮瓣修复。移植术后 4 个月，两个足趾能很好地张开。E. 移植后 4 个月，两趾能很好地相捏

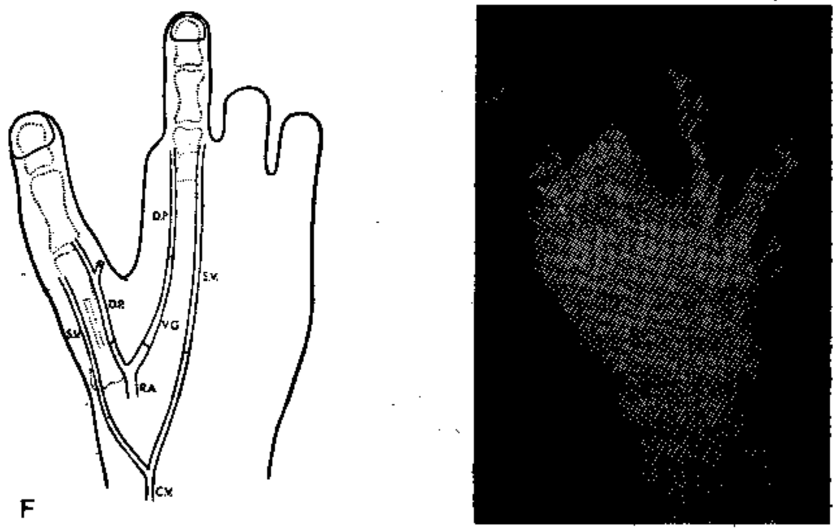


图 11·6 F. 血管吻合，D. P. 足背动脉，S. V. 大隐静脉，V. G. 静脉移植，R. A. 桡动脉，C. V. 头静脉。G. 移植足趾 4 个月 X 线显示骨愈合良好

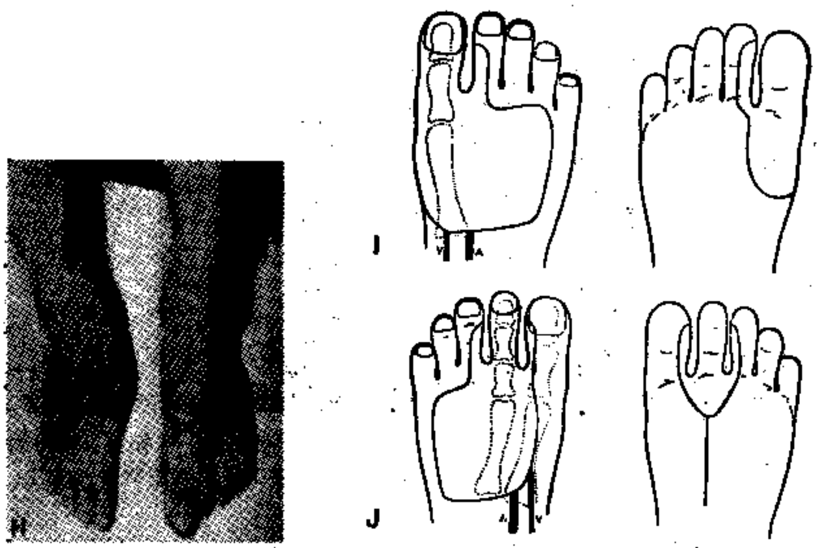


图 11·6 H. 9 个月时的两足，右足断层皮片移植愈合良好。步态正常。I. 踇趾移植切口最好包括足背皮肤，用以覆盖鱼际指蹼。A：足背动脉；V：大隐静脉。J. 第二足趾切口，最好包括足背皮肤，用以修复鱼际指蹼。A：足背动脉；V：大隐静脉。这些切口应包括两侧指蹼，当第二足趾移植时可覆盖其侧方。双足趾移植时，两侧足背皮肤可以供给修复整个鱼际指蹼

足底皮肤，以供修复手掌皮肤。切口横行经过截骨的平面。双足趾移植的肌腱和神经的缝合与单个足趾移植的方法相同。

第二、三足趾联合移植

另一类型的双足趾移植，可应用于除拇指以外所有的手指均缺损的病例，患者的第二、三趾如果较长则是可行的（图 11·7）。第二、三足趾以及它们的共同趾蹼，是由足背动脉及其第一跖骨枝供给血液循环，可从一个足上切取一起移植。移植的两个足趾，

可以置于手的第二和第三或第三和第四手指（或掌骨）的位置。两个足趾的肌腱和神经需分别修复，而血管吻合如同单一的足趾移植那样，只需吻合一组。足部的皮肤缺损，虽然有时需用皮片移植，但不会遗留任何残疾（图 11·7）。跖趾关节是否移植决定于所需足趾的长度。有一例第二、三足趾联合移植中，踇趾血液循环被减少，是由于它的血液供给主要依赖于足背动脉。被切断的踇跖侧趾动脉，游离后越过足底，将它与第四趾

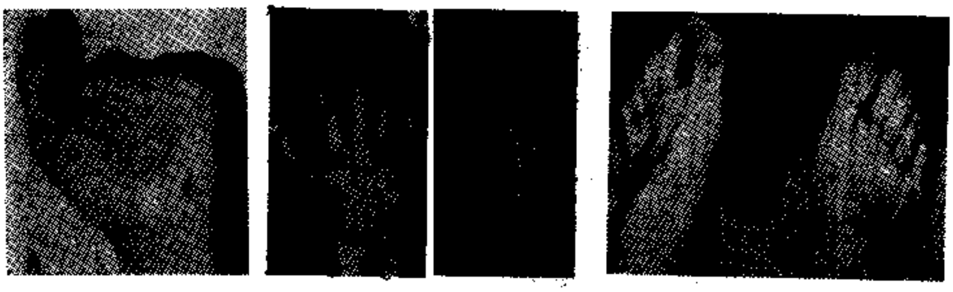


图 11·7 A. 26 岁的男性病人，左手四个手指被截断。小指再植失败。B. 同一病人的X线片。示指掌指关节呈现固定的屈曲畸形。第三、四掌指关节缺损。C. 第二、三趾较长

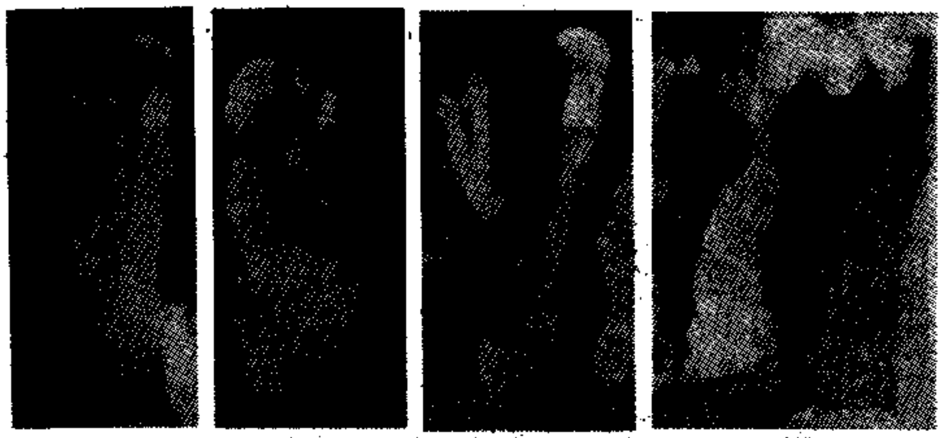


图 11·7 D. 第二、三足趾联合移植的背面切口，应用足背动脉和大隐静脉。背侧观。E. 切口的跖侧观。F. 双足趾移植在第二、三跖骨干远端截断后仅血管相连。G. 双足趾移植连同其长的血管束和长肌腱置于手旁

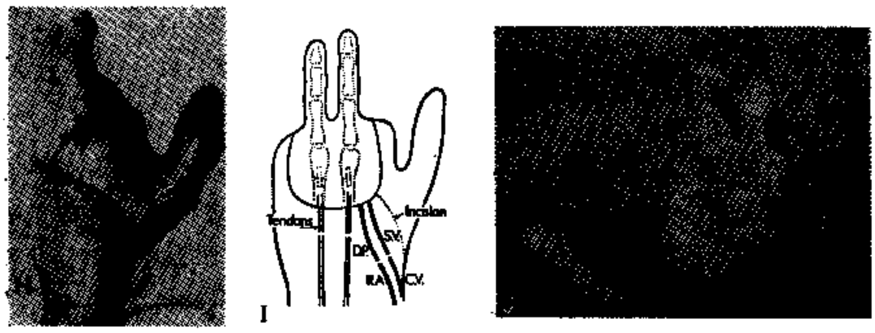


图 11·7 H. 双足趾移植血液循环重建以后；第二、三跖骨固定到第三、四掌骨的远端。血管在解剖鼻烟壶区吻合，屈肌腱和指神经在手掌部缝接，伸肌腱在手背缝接。I. 血管吻合。D. P.，足背动脉；S. V.，大隐静脉；R. A.，桡动脉；C. V.，头静脉。J. 双足趾移植成活，移植后 2 个月的第二、三足趾

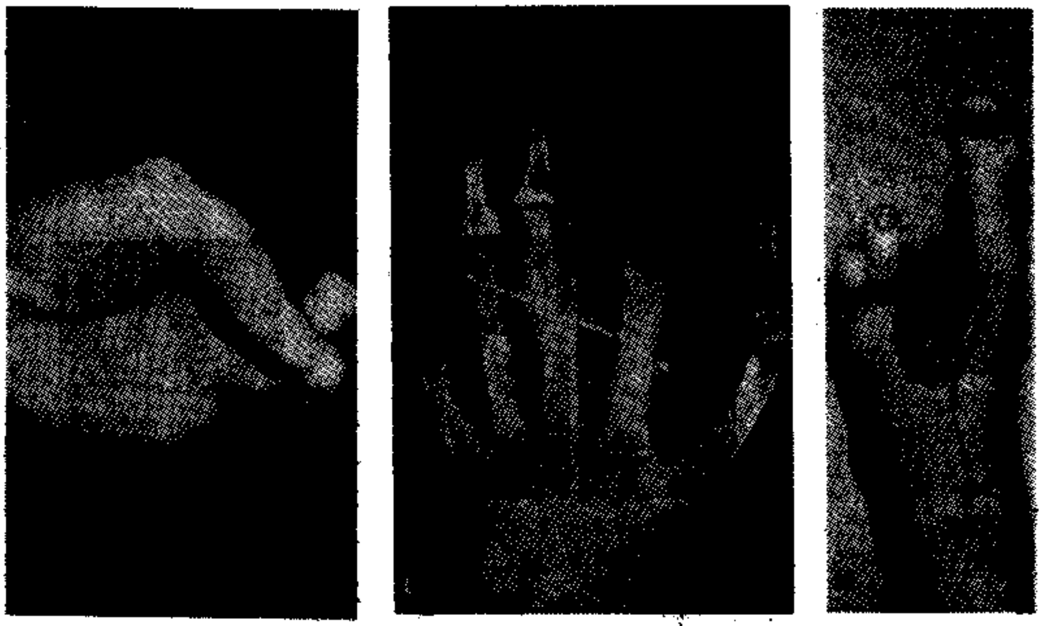


图 11·7 K. 术后6个月，拇指与连接于第四掌骨的第三趾对指。L. 同一病人双足趾移植的X线片，在6周时位置满意并已早期愈合，M. 足部缺损做皮肤移植，步态正常

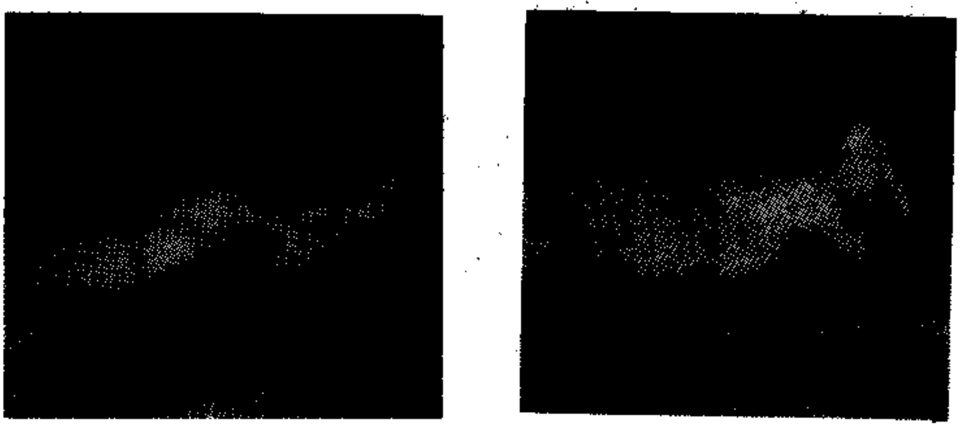


图 11·7 N. 9个月时移植足趾伸直的情况。O. 9个月时趾间关节屈曲的情况

趾动脉吻合并无困难。

蚓状肌可在手掌缝接，然后闭合手部切口。

先天性手指缺如

足趾移植的发展，可能应用到先天性手指缺如的再造。选择合适病例十分重要。长期观察可发现病人适应的程度。手指的缺损可能伴有神经的缺损，而使应用受到限制，但可以将足趾的神经连接到桡神经的末梢分枝上。没有理由认为在儿童行足趾移植对骨骺生长会有妨碍。

治疗了一例先天性单列手指的病例（图 11·8），事先对背侧血管的重要性认识不足。此例同时有双足足趾的先天性缺如。将可有可无的蹬趾从第一跖骨远端截断移植到唯一的掌骨基底。由于连同移植足趾的肌肉过多，闭合皮肤比较困难。长的背侧静脉缝接到腕背侧的静脉，并将一条趾动脉缝接到腕部掌面的桡动脉分枝上。趾神经缝接到背侧桡

神经的末端分枝。在移植八天以后，伤口裂开，继发静脉蒂破裂，移植趾血液循环发生障碍。尽管进行了探查，虽然动脉吻合口通畅，但静脉回流未能重建。这种类型的移植，若去除过多的肌肉，并将背侧的血管吻合到桡动脉，可使移植的足趾安全成活后，而最后将会提供一个捏的功能。

对幼年病人任何足趾移植必需包括骨骺在内。在𧿹趾移植中，可包括跖趾关节及其骨骺（图 11·9）。

一期足趾-手移植的术后处理

𧿹趾或第二足趾移植后的处理是简单的。手部抬起稍高于心脏水平，手术开始就持续应用青霉素和氨基苄青霉素。不需使用抗凝剂，血运始终是满意的。

定时细心地观察毛细血管反应、颜色、温度和组织的张力。术后三周进行理疗，四周时去除外固定并拔除克氏针。术后下地活动一般在二周左右，但𧿹趾伤口愈合可能较晚一些。

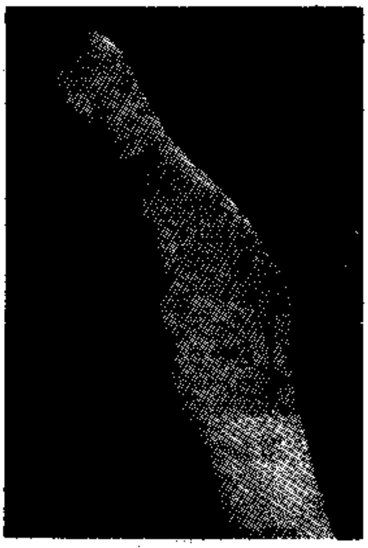


图 11·8　先天性单指手（拇指）。这种畸形可将𧿹趾移植到唯一的掌骨干的侧面以改进功能。将趾背血管吻合到桡动脉和头静脉上，趾神经可以缝接到桡神经的分支上。这将提供有用的相捏功能。

结果

三例𧿹趾，五例第二趾和一例第三趾，其中包括 2 例双足趾移植，吻合背侧的血管，均无并发症。第 1 例𧿹趾移植的结果，趾间关节主动屈曲 35°，伸展差 5°。能与示、中、环指良好地相捏，握力也较大（图 11·3）。感觉逐渐恢复到具有很好的保护作用，在指腹处两点辨别觉为 20 毫米，且在继续进步。能在一个平面上很快拾起小的物体。

整个第二足趾移植，足底垫显得过厚。现在于移植前将其留于原位，否则拇指与移植的足趾尖相对指就会受到妨碍。随诊时间尚短、不能肯定其最终的屈伸范围，但初步结果，关节活动是令人鼓舞的，同样感觉早期恢复也较好。部分足趾移植没有足底垫的问题，没有皮肤缺损，而且外观也很满意（图 11·5）。在其他手指缺损时，移植的足趾能很快地使用用具，并恢复拾物功能（图 11·4），手的整个握物功能得到很大的改善。

两例双足趾移植的结果尚不肯定，但在功能上都有明显的改善，捏握有力而且充分。



图 11·9 A　左图：4 岁男孩，由于剪草器伤致左拇指和双手其他手指被截断，掌侧观。右图：双手的 X 线片所见



图 11·9　B. 背面可见指蹼背侧疤痕及皮肤短缩。C. 左手掌侧切口。D. 背侧切口，标出可作为血管吻合的位置（X）

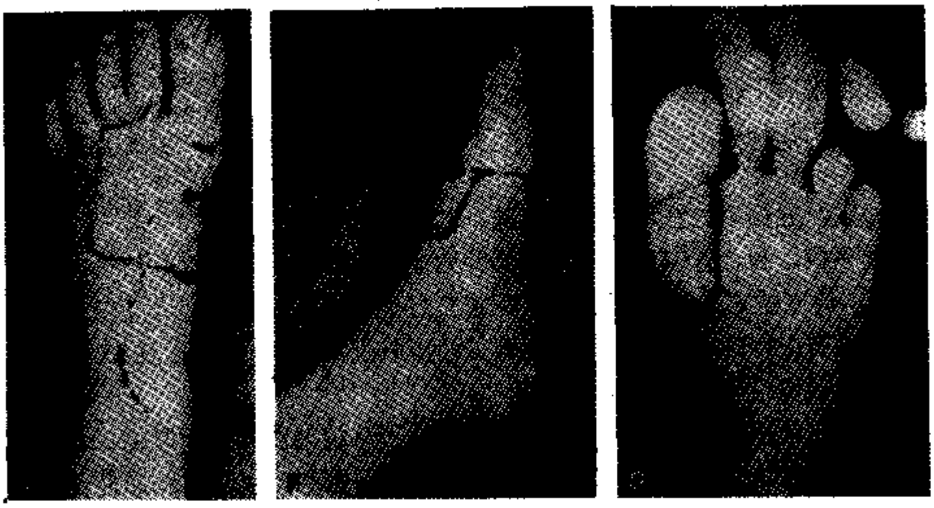


图 11·9　E. 左足背侧切口，标示第一跖骨截断的位置。取自足背和第二足趾的侧面的皮瓣，在移植中作为重建鱼际指蹼的背面。F. 足部内侧切口。G. 跖侧切口



图 11·9　H. 足趾和游离皮瓣联合移植，置于手的旁边。I. 移植的拇趾。第一跖骨用髓内骨栓和一枚斜行克氏针固定到第一掌骨上。"拇指"成活。J. 成后的游离皮瓣背面观



图 11·9 K、3个月时的掌面观

一例少见的病例，Steichen 和 Strickland（1975）用对侧拇指移植重建拇指（图 11·10）。对侧手因晚期严重电灼伤，经前臂做了截肢。这个拇指以及桡动脉和头静脉仍正常。将其移植到以前因外伤被截断的对侧拇指上，以重建新的拇指。吻合桡动脉和头静脉，小肌肉重新安排也作了对应的缝合，如外展肌成为内收肌、相反内收肌成为外展肌。

南美的波哥他（Bogota）有一例类似的再植手术，一位偏瘫的病人，其正常臂自前臂中部被截断，医生将其偏瘫臂从同样水平取下移植到对侧臂部，获得一些有用的功能（Littler，1975）。

在显微镜下吻合较大的而位置较表浅的血管，无疑是足趾移植手术成功的关键。受区和足趾的血管相比，大小近似，容易吻合，恢复血运也很快。此外，不需使用抗凝剂。避免在足底作深部分离。在踇趾移植时，长的肌腱可以在靠近腕部近端水平做缝接，在这里发生粘连机会比较少。

Thalidomide（注：西德产的一种孕妇镇静药，妊娠头三个月服后易造成婴儿的四肢畸形）的受害者和其他没有双手的不幸的人，可以训练使用他们的足去书写，画画和打字。盲目而又缺臂的儿童，可以训练他们用足去阅读盲人文字。足趾的感觉灵敏度要比



图 11·10 A. 一位男性青年，左手严重电灼伤。腕部所有的神经和肌腱均损坏，同时多个手指截指。病人拒绝行重建手术，而要求从前臂截肢。右拇、示指在过去事故中已被截除。将左拇指移植于右拇指掌骨处。B. 同一病人的背面观




图 11·10 C. 同一病人双手的X线片。D. 左拇移植重建右拇指。在手术结束时成活的拇指

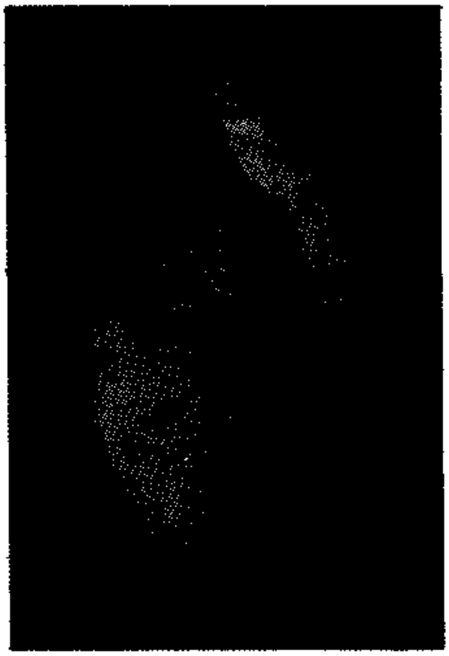



图 11·10 E. 5个月时的掌面观，伸展良好。F、5个月拇指与中指相对

在正常人所测得的敏感度具有更大的潜力。由正常足趾测得的两点辨别感觉平均距离是 8毫米（手指是3～4毫米）。因此，可以认为足趾感觉的感受器其感觉能力与手指相等。如果连接这些感受器的神经被缝接到手部的指神经，可以恢复解剖上复合的感觉而不需要再训练。

因此，足趾移植的感觉恢复的潜力，完全依赖于单纯感觉神经修复的水准。虽然手术是否取得成功决定于血管吻合好坏。但在移植时必须牢记神经的修复，缝合神经应该象缝合血管一样的仔细。

结论

一期足趾移植术在手功能重建方面的地位正在逐步建立起来。足趾移植术（单个或两个）适用于任何手指后天性缺损的重建。在将来对一些先天性手畸形的问题可能用这种方法得到解决。包括跖骨在内的踇趾移植手术，近年来已成功地为先天性拇指缺如的病例重建拇指。

（韦加宁　程绪西）

参考资料

Buncke, H. J. (1975) Toe to hand transplantation by microvascular Anastomoses. Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, Paris.

Buncke, H. J., Buncke, C. M., & Schulz, W. P. (1966) Immediate Nicaladoni procedure in the Rhesus monkey, or hallux-to-hand transplantation, utilizing microminiature vascular anastomoses. British Journal of Plastic Surgery, 19,332-7.

Buncke, H. J., McLean, D. H., Geroge, P. T., Creech, B. J., Chater, N. L. & Commons, G. W. (1973) Thumb replacement: Great toe transplantation by microvascular anastomosis. British Journal of Plastic Surgery, 26, 194-201.

Clarkson, P. (1962) On making thumbs. Plastic and Reconstructive Surgery, 29, 325-31.

Cobbett, J. R. (1969) Free digital transfer: Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. Journal of Bone and Joint Surgery, 51B, 677-9.

Cobbett, J. R. (1971) Two free transfers. Transactions Fifth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, pp576-7. Melbourne, Butterworth, Australia.

Freeman, B. S. (1965) Reconstruction of the thumb by toe transfer. Plastic and Reconstructive Surgery, 17, 393-8.

Gilbert, A. (1975) Third International Symposium of Microsurgery, East Grinstead, England.

Kelleher, J. C., Sullivan, J. G., Baibak, G. J. & Dean, R. K. (1968) 'On top plasty' for amputated fingers. Plastic and Reconstructive Surgery, 42, 242-8.

Littler, J. W. (1975) Personal communication.

Michon, J. (1972) Le pouce sans doigts. Sciences Medicales, 3, 293.

Michon, J. & Dolich, B. H. (1974) The metacarpal hand. The Hand, 6, (3)285-90.

Michon, J. & Jandeaux, M. (1974) Le main metacarpienee. Annales de Chirurgie Plastique, 19, (2)97-104.

Nicoladoni, C. (1900)Daumenplastik und Organischer Ersatz der Fingerspitze. Archiv fur Klinische Chirurgie, 61, 606-14.

O' Brien, B. McC., MacLeod, A. M., Sykes, P. J. & Donahoe, S. (1975) Hallux-to-hand Transfer. The Hand, 7, 128-33.

O' Brien, B. McC., MacLeod, A. M., Sykes, P. J., Threlfall, G. N., Browning, F. S. C., Haw, C. S. & Kurata, T. (1976a) Microvascular free second toe transfer for digital reconstruction. In Preparation.

O'Brien, B. McC., MacLeod, A. M., Threlfall, G. N., Browning, F. S. C., Haw, C. S. & Kurata, T. (1976b) Double toe transfers in severe hand injurie Sl In Preparation.

Steichen, J. & Strickland, J. (1975) Personal communication.

Tamai, S. (1974) Personal communication.

12. 游离皮瓣和游离大网膜移植

在修复再造技术方面，很少能有象小血管游离皮瓣这样，吸引外科医生的想象力，并如此之快地为世界范围内所接受。

Goldwyn, Lamb 和 Whife(1963)第一个报告用狗作实验，通过小血管吻合将皮瓣转移到另一部位。5例中有三例只活了48小时，但是他们指出，基于吻合动脉和静脉，皮瓣成活是有可能的。第一例实验成功的游离皮瓣，是用狗的腹股沟处皮瓣做移植，取股血管用小血管套管法吻合，而不是用小血管缝合（Krizek 等1965)。Strauch 和 Murray（1967）将大白鼠腹股沟皮瓣移植到颈部，用小血管吻合方法，血管直径约一毫米。他们在33个腹股沟皮瓣移植中，取得61%的成功率。Fujino, Harashina 和 Mikata（1972）用小血管"U"形钉吻合血管的方法，移植12个腹股沟皮瓣，获得58%成功率。在1971年，O'Brien 和 Shanmugan（1973）做家兔腹股沟皮瓣移植27例，成功率100%，手术是在一毫米左右的股血管上作小血管吻合，不用抗凝剂。有人报告曾用猪做腹股沟皮瓣移植，所用血管稍粗，15个皮瓣成活80%（Daniel 和 Williams, 1973)。Hayhurst, Mladick 和 Adamson（1975）用狗做腹股沟皮瓣移植，10例成活率100%，每个皮瓣只吻合一条动脉和静脉，不用抗凝剂。

在1972年9月在人体上做成功第一例游离皮瓣（Harii, Ohmori, 1974)，游离移植一例头皮皮瓣长15厘米宽3厘米，基于颞浅血管。这一例报告以后，相继有不少作者报告很多例（Harii 等，1974；O'Brien 等，1974；Ikuta 等，1975；Hayhurst, Mladick 和 Adamson, 1975；Sharzer 等，1975)。

于1973年5月初，在英国 Harroqate 开的英国手外科学会的会议上，作者称这种一次移植的皮瓣为"游离皮瓣"。在我们的第一个临床报告中（O'Brien 等，1973)，这一名词没有被编辑采纳，他提出用"岛状皮瓣"。"游离皮瓣"这一词，在那一年以后的另一篇文章中被接受（O'Brien 和 Shanmugan, 1973)。更确切的描述应是"小血管吻合的游离皮瓣"，其定义为一次手术完成，移植皮肤及皮下组织的复合块，用小血管外科技术，转移到人体另一部位。由于将皮瓣内的动脉和静脉与受皮区的动脉和静脉吻合，使一次移植才有可能。在适当的情况下，其它组织如骨（图14·6A)、神经和肌肉可以包括在皮瓣内。

应　　用

能适当地解决皮肤缺损的覆盖的最简单措施，就是最好的方法。皮片植皮或局部皮瓣比较简单，需要时间短，对病人危险少，应常尽先采用。只有当不可能做时，外科医生再考虑从其它部位转移皮瓣。每个外科医生对应用游离皮瓣，各有其自己的适应证，这些适应证受所接受的训练、掌握的先进技术和组织机构等的影响。在某些情况下，游离皮瓣是唯一的治疗方法，但在另一情况下，主要用常规方法取得相同结果。一个外科医生用游离皮瓣得心应手时，他就喜欢多用（O'Brien 和 Hayhurst, 1976)。

游离皮瓣曾应用于外伤后，广泛皮肤缺损伴有重要组织外露，包括烧伤、癌瘤手术、

放射坏死、烧伤瘢痕挛缩畸形、先天性畸形、先天的或后天的拇指内收挛缩等。

优　　点

转移一个皮肤及皮下组织的全厚皮瓣，一期手术闭合整个伤口，有很多优点。

1．游离皮瓣只需一次手术　对比用腿交叉皮瓣，腹部皮瓣和从另一部位转移的带蒂皮瓣，需二、三次或更多次数的手术。住院时间延长且不经济。必须记住转移到另一部位的带蒂皮瓣有其固定的缺点。用游离皮瓣闭合皮肤缺损，在同一次手术中，在创口内可做困难的骨、肌腱或神经修复术。

2．避免长时间制动　带蒂皮瓣常须将一个或一个以上的肢体，较长时间地制动在屈曲位。这种体位，对老年人或并发有骨盆或下肢骨折的病人，可能是非常不利的，甚至是不可能的。游离皮瓣假若在肢体上，只需要稍微抬高，如果需要，也只是稍加制动即可。

3．供皮区外观上易接受　游离皮瓣常能从隐蔽的部位切取，例如腹股沟处，多数供皮创面可以直接缝合。这些部位容易覆盖起来，比由带蒂皮瓣甚至一些局部皮瓣所致成的多发瘢痕，更易被病人所接受。一些游离皮瓣的供皮区，如前额部或肩胸部，所遗留的经过植皮的区域，还是令人注目的。供皮区的皮肤质地及毛发情况，应尽量与受皮区相近。

4．皮瓣血运得到改善　游离皮瓣具有丰富的血运，除供应皮瓣本身足够的需要外，还有多余的血液供给受皮部位。受皮区的血管常由于外伤、烧伤或放射所损断。将其近端正常的一段血管与皮瓣的血管吻合，给皮瓣及其周围区域建立良好的血液循环。由于血运丰富，促进了伤口愈合。与其相反，带蒂皮瓣仅靠与供皮区保持相连的血管长入以供应受皮区，一旦皮瓣蒂由原处断开，皮瓣的血运只能靠通过四周瘢痕长入的血管供应。

5．安全　最早发表的一批游离皮瓣，证明这种手术与大多数分期转移的带蒂皮瓣一样可靠（O'Brien 等，1974；Harii 等，1974；Hayhurst 等，1975）。在 Harii（1975）报告过的差不多 100 例的游离皮瓣中，有 7% 的皮瓣完全失败。皮瓣的最深层有可能成活并允许安全地施行断层皮片移植。

6．质地柔软　应用象腹股沟部、肩胸部，头部，前额部和各种皮肤-肌肉部位做为供皮区，由于皮瓣能做到一期转移，供皮区皮瓣的大小、质地、厚度以及颜色等变化程度之小，是用以前的方法所不能达到的。

缺　　点

1．手术时间长　大多数游离皮瓣的手术时间，需要四到八小时左右。但是，同带蒂皮瓣所需要的一系列的手术时间相比，总的手术时间差别并不大。当手术医生对游离皮瓣取得更多的经验时，手术时间将进一步缩短。薄的皮瓣从掀起、转移、植入受皮区到吻合血管，比做较胖病人厚的皮瓣速度要快些。在某些情况下，脂肪太厚的皮瓣不能用，因为难于移入软组织较薄的部位。

2．受皮区缺乏可用的血管　肢体的远端是常需要皮瓣覆盖的部位。有双重动脉供应的手和足，失去一条大的血管，影响不是太大。有些时候由于原发损伤性质关系，受

皮区没有适当血管存在，则不适用游离皮瓣。该部位唯一的大的血管，可能是维持手或足生存的血管，可将适当大小的分支用来做吻合，否则，就应选用一般的皮瓣。在仅存的动脉上做端对侧的吻合，是一种可能，但这种操作，常导致较大危险，不应接受。上年纪的病人，只有当供皮区或受皮区的血管患有退行性病变时是禁忌证。偶尔，长时间麻醉是禁忌证。

在头和颈部的血管中，切断任何一个做为受皮区吻合用的血管（直径1～3毫米）用，是完全安全的。一个血管干是由多个小血管供应的，如失去任何单独的小血管，常是没有任何影响的。

手术前的评价

当评定一个游离皮瓣覆盖一个特殊缺损的优点时，应从受皮区及供皮区两方面考虑。

受皮部位 当遇到新鲜急性创伤需要做带蒂皮瓣时，成形外科医生不应忽略用一期游离皮瓣修复的可能性。虽然很多创面做了一期游离皮瓣是考虑不周的，但是，失去适于做一次移植修复创面的机会，是同样遗憾的事。很多创面在第一次手术时若是情况适宜，用血运良好的皮瓣做一期修复，可提供救治组织的最好机会。

无论如何，有时采取一些较保守的措施（常是正确的措施），去准备创面以便行迟延一期覆盖或二期修复。首先应尽一切努力尽可能地清除坏死和感染组织。可能需要暂时用断层皮片覆盖。一个血运丰富的游离皮瓣，对感染有抵抗力，并且可起到相当程度的生物学清创作用。

缺损处需要有一个能利用的，大小适宜的受皮区的血管。大的缺损，特别是在肢体上，受皮区的血管常是断裂的，在缺损的边缘或创面中可找到血管游离端。否则，可在游离皮瓣上带有长的血管蒂，或从创面附近血管上游离一长蒂，或二者均做成长血管蒂以便吻合用。为了使受皮区和供皮区的血管相互接近，有时需将受皮区创缘的正常皮肤切除或掀起。在这些情况下，需将缺皮创面做成适合皮瓣的形状。动脉和静脉的吻合放在皮瓣的两侧，有时是有用的。当覆盖放射损伤的创面时，一个长的血管蒂有助于避免用受过放射损伤的血管。假若缺乏这种长蒂，必需切除皮肤，以使供皮区血管与受皮区血管相接近。手术前，必须从放射医生那里获得一确切的放射范围图；由于资料不确切，曾有两例皮瓣失败。放射线照射过的血管，不适宜做血管吻合。

供皮区及受皮区的动脉造影很少需要，由于其不但不可靠而且还会导致内皮细胞损伤，所以应该避免做（Branemark, Jacobson 和 Sorensen, 1969）。受皮区的动脉造影正常，手术探查时发现不正常（Sharzer 等，1975），反之亦然。还有，股部穿刺可损伤血管，导致血肿形成，致使该处不适做供皮区。临床检查，扪触各个血管的搏动，再加对原来病理的了解以及创伤的性质，常可对血运情况做出确切的判断。有时，只有在手术时才能了解受皮部位血管的情况。

供皮部位 一个理想的皮瓣应该是，有足够的大小，具有恒定的较大的轴心血管，取下后没有大的影响，轻微或者不遗留缺陷，并且外观及质地良好，毛发少或没有，要较薄。假若一个区域与另一个轴心血管供应的部位相连接，则有可能扩大游离皮瓣的范围。假若皮瓣具有单独的神经支配，是很有益的，它可以做为一个带血管神经蒂的皮瓣

用于特殊情况之中。

游离皮瓣从已知有轴心血管供应血运的部位选取，象是头皮，前额，肩胸部，腹股沟，足背和足的第一、二趾蹼间。Fujino (1975) 曾用耳后部和臀上部带有臀大肌的游离皮瓣。

在狗体上曾用复合的皮肤-肌肉游离瓣修复咽部 (Schecter, Biller 和 Ogura, 1969)。在人体上第一例做成功的皮肤-肌肉游离瓣，是由 Harii (1973) 报告的。覆盖股薄肌上半部的皮肤，可随肌肉一起移植。该肌只用作填充容积，其神经没有吻合。解剖股薄肌显示该肌即长且细，具有上、中、下营养血管，上端的营养血管常是主要的，且伴有主要的神经。

皮瓣上有神经支配是有益的，特别是受皮区在手或足上，该处的特殊感觉常是重要的。下部肋间神经的外侧皮神经，特别是第十一和第十二神经和髂腹下神经，供应大多数腹股沟皮瓣的外侧部分。这些神经能在皮瓣外侧剥离出来，用以支配该皮瓣。生殖股神经的股支支配腹股皮瓣的内侧部分。前肋间神经和锁骨上神经可以用作支配肩胸皮瓣。足背部是由腓浅神经（肌皮神经）支配，踇趾和二趾的趾蹼间及其附近是由腓深神经（胫前）的末梢支及跖侧趾神经支配。

腹股沟皮瓣

腹股沟皮瓣的精细解剖已描述得很详尽 (Smith 等，1972)。在我们单位中，解剖100具新鲜尸体，证明旋髂浅动脉经常存在（图 12·1）；甚至有时是双重的，每个动脉均足以做小血管吻合。在临床上所见到的血管，没有太细的。必须强调，外科医生在开始做游离皮瓣之前，必须在解剖室中反复练习。

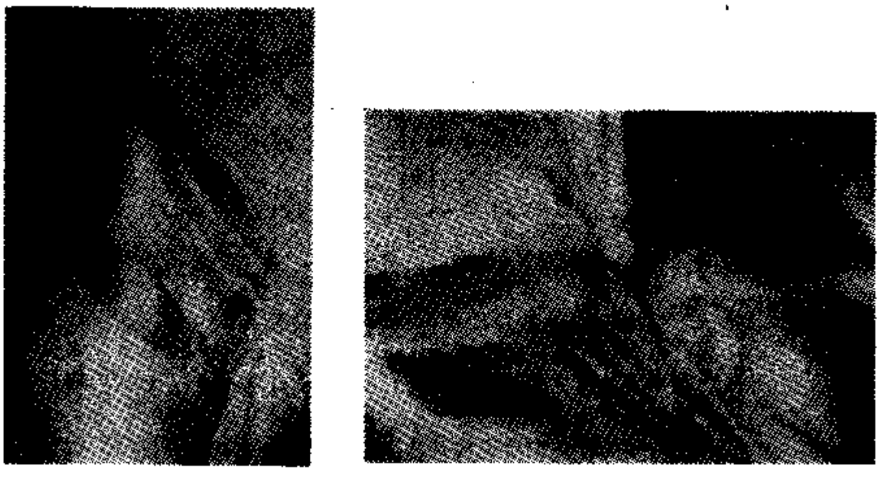


图 12·1 A. 尸体解剖。腹股沟皮瓣的中线在腹股沟韧带中点下 2.5 厘米，皮瓣延伸到髂骨嵴的最高点。B. 皮瓣向内侧剥离掀起。旋髂浅动脉起自股动脉，分出一个深支到缝匠肌内侧缘下，一个浅支进入皮瓣。旋髂浅静脉离开皮瓣时有两支，连在一起注入隐静脉

旋髂浅动脉可以单独起自股动脉的前外侧，或与腹壁浅动脉起自一个分支。对后者有些疑问，与其说它是腹壁浅动脉，不如说他是旋髂浅动脉的一个较早的分支。假若两个动脉分别起自股动脉，每个均能供应腹股沟皮瓣以充足的血运，但应选用较粗的动

脉。有时看到两个动脉有其它变异（图 12·2），包括起自其它动脉。一般说来，旋髂浅动脉在缝匠肌内侧缘处分成两支。浅支穿过深筋膜，然后进入皮下组织，但深支深入缝匠肌内侧缘之下。有时深支直接从股动脉分出来。血管起始处与腹股沟韧带间之距离常是 1～2 厘米。偶尔，其主要的营养血管起自腹股沟韧带之上，必须将韧带切断以寻找动脉。当只有一个动脉供应皮瓣时，该血管直径为一到二毫米；但若存在两条动脉时，直径显见变小。当供应皮瓣的动脉分支过早时，为了保存长度，可从主干血管旁将其切断。腹股沟皮瓣的血管蒂常是较短，但可仔细地将其脂肪去除一些，有助于延长血管。

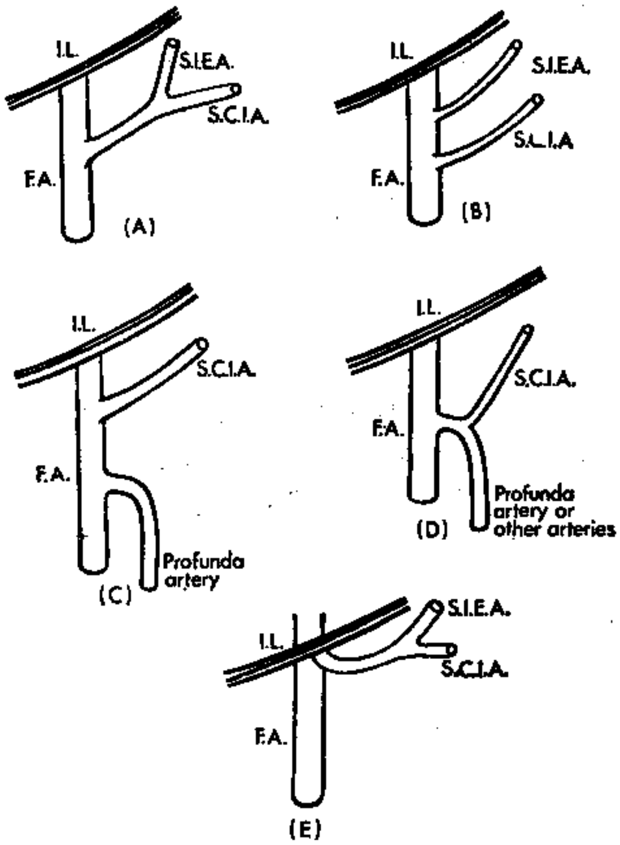


图 12·2 腹股沟部动脉系统的解剖变异
IL＝腹股沟韧带 FA＝股动脉
SCIA＝旋髂浅动脉 SIEA＝腹壁浅动脉
观察到最常见的类型为（A）50％和（C）33％，腹壁浅动脉不存在。在（A）中也有疑问，腹壁浅动脉的存在宁可说成是旋髂浅动脉的较早分支

腹股沟皮瓣回流的静脉数目不一，但没有少于两条的。主要的静脉回流，常是流经一个轴心静脉（旋髂浅），跨越股静脉的浅面，与大隐静脉末端相连。腹壁浅静脉和旋髂浅静脉在注入隐静脉以前可能形成一个共同干。共同干是选作吻合用的血管，直径为 2～4 毫米。在所有解剖的尸体中，都发现有旋髂浅静脉，其直径约 1.5 至 2 毫米。皮瓣中可见另一条静脉，在股动脉的深层走行连至股静脉上。此为旋髂浅动脉的伴行静脉。腹壁浅静脉常能在皮下看到，平行于皮瓣的上内缘，其外侧支有助于皮瓣静脉的回

流。皮瓣的其它静脉有时存在，但位置变化不定。

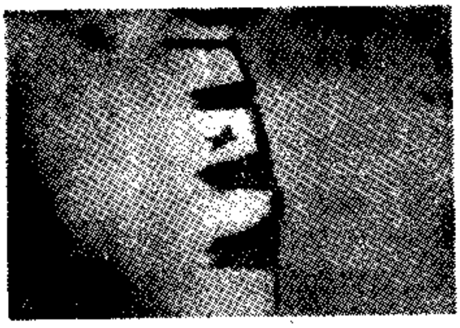
皮瓣的内侧缘位于股动脉上，在阴毛的外侧，皮瓣以轴心血管为中心。第一步在内侧探查血管，显示浅静脉。剥离沿股动脉内侧缘进行，然后外侧缘，来确定腹股沟皮瓣的动脉供应。只需一个动脉和一个静脉（浅的）为做吻合是必要的。假若皮瓣太厚，可以修薄，从外侧边缘开始直到缝匠肌的外侧缘较为安全。缝匠肌上的深筋膜与皮瓣一同掀起以保护轴心血管。股外侧皮神经要保留。外科医生在开始做手术前应该熟悉皮瓣的血管供应。皮瓣一旦完全游离而只有血管相连时，皮瓣远端边缘的出血虽然常已减少，但应仍能看到。

肩胸皮瓣

在供应皮瓣的两个主要动脉中，第二肋间动脉的穿通支常是较大的，常常是用来作为游离皮瓣移植的吻合血管（Harii 等， 1974）（图 12·3）。假若需要一个很大的皮瓣，第一肋间动脉及其伴行静脉也一并用来做吻合用，应能改进皮瓣的血液供应。用最大的血管作吻合用，即使如此，血管蒂仍是很短。

在肩胸皮瓣蒂部，血管大小常是变化的，直径 0.8 至 1.3 毫米（动脉），1.0 至 2.5 毫米（静脉）。这些血管的大小适于做小血管吻合用，但是，如果发现血管过小，可以继续往近端剥离，切除一段肋软骨，抵达乳内动脉，从该处截断以获得较大的血管。游离皮瓣从外侧开始按所需形状掀起，深筋膜带在皮瓣上。营养血管由内侧肋间隙穿出，将肋间肌从血管上剥除以争取有较长的血管。

肩胸皮瓣常较腹股沟皮瓣薄，但其厚的部分象腹股沟皮瓣外侧方一样理由不能去薄，因其营养血管位置较深的关系。肩胸皮瓣的颜色，为修复面部缺损，较腹股沟皮瓣好，但仍不理想。在大多数病人中，除去一些多毛的男性外，肩胸部较腹股沟部毛少。但有些病人，特别是女性，由于外观的理由而拒绝用肩胸部作供皮区。



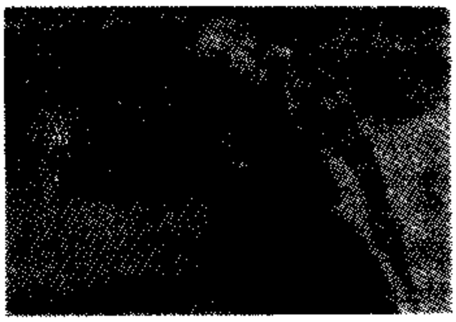




图 12·3 A. 头 3 个内侧肋间隙已画出，标记的第二间隙常提供最大的血管。B. 在头 3 个肋间隙剥离显露内侧穿通支。第二间隙的血管最大。C. 皮瓣包括胸部筋膜翻向内侧，显示第二间隙的穿通血管

小的肩胸部游离皮瓣的供皮区，能直接缝合。这常是可能的，因为肩胸部游离皮瓣的面积比传统的带蒂皮瓣小，因后者在设计制做时，照例允许稍大一些，以备移植过程中收缩及损失用。因游离皮瓣不存在有蒂，为了闭合创面需要，供皮区允许做潜行剥离。

当肩胸游离皮瓣供皮区能直接缝合时，所遗留的瘢痕要比用游离植皮闭合创面为好。大多数病人宁愿接受用肩胸游离皮瓣所产生的缺陷，而不愿接受用前额皮瓣。

前 额 皮 瓣

颞浅动脉的前支是永存不变的血管，已被尸体解剖证明，但前额侧方的回流静脉是有变异的。切取大的前额皮瓣可留 2 厘米的狭窄蒂（Wilson, 1967）。任何长度的前额均能用作游离皮瓣，静脉回流的变异不妨碍其用来修复鼻部。鼻骨附近的内眦静脉及其延续成的面静脉与它的许多分支，为与前额皮瓣静脉的吻合提供足够的灵活性。但是应该记住，虽然用前额皮瓣留下一个显眼的植过皮的继发缺陷，但能保证为颜面皮肤配有良好的颜色。

头 皮

大面积带毛发的头皮可以移植，用颞浅动脉的后支作血管蒂。该血管经常但不是永远有一个伴行静脉。此皮瓣可移植到头皮对侧，特别适用于因烧伤疤痕而致的秃头病例。血管与对侧颞浅动脉做吻合。此皮瓣也能用于面部有胡子的部位。继发的缺损常可直接闭合，否则，可在数月后切除游离植皮再闭合头皮。

耳 后 皮 瓣

已由 Fujino（1975）成功地用作游离皮瓣。主要动脉为耳后动脉，静脉为耳后静脉，但位置有变异。虽然面积相对地小，但皮瓣很薄。动脉的位置、大小及存在与否不能肯定。

足 背 皮 瓣

足背皮瓣可能作为游离皮瓣，首先是由 O'Brien 及 Shanmugan（1973）描述的，以后由 McCraw 和 Furlow（1975）提出。该皮瓣以足背动脉作为血管蒂，有两条或更多的伴行静脉（图 12·4）。包括一些或所有浅静脉系统，其中有大、小隐静脉及足背静脉弓。即便是肥胖的病人，足背皮瓣也是薄的皮瓣。这一特点，使其能用于修复手背覆盖，或用以修复第一指蹼间隙以矫正拇指内收挛缩，或用于其它部位如颜面或颈部等需要中等面积的薄皮瓣时。腓浅（肌皮）神经若被保存，吻合后可重新支配该皮瓣，该皮瓣的两点区别能力仅为 15 毫米。皮瓣的大小受足背的面积所限制。供皮区接受皮片植皮很容易，最后外观和功能结果一般都很好。主要的胫后动脉若不存在，则不应考虑用此皮瓣。此游离皮瓣可以加上第一和第二趾蹼皮瓣，或带一个踇趾或第二趾一起移植。有时足背动脉不存在，更靠外侧的腓动脉穿支变得粗大，以其作为适当的代替血管。



图 12·4　在尸体中，右足和足背动脉中注射染料。足背及第一蹼间隙染色明显







图 12·4　A. 足背上画出皮瓣轮廓，示出足背动脉的线。B. 从足的内侧在腱周组织的浅层掀起皮瓣。皮瓣中可见足背动脉，其远侧向第一二跖骨之间深入。C. 皮瓣已掀起，可见足背动脉及其伴行静脉进入皮瓣

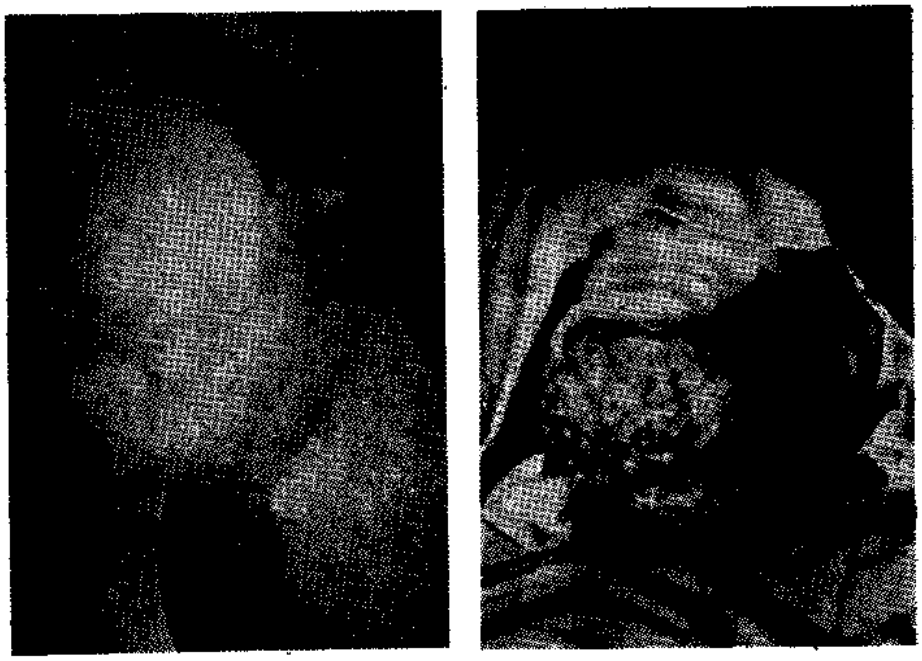


图 12·4 D.女，18 岁，颜面及颈部瘢痕化 E.同一个病人，切除烧伤瘢痕

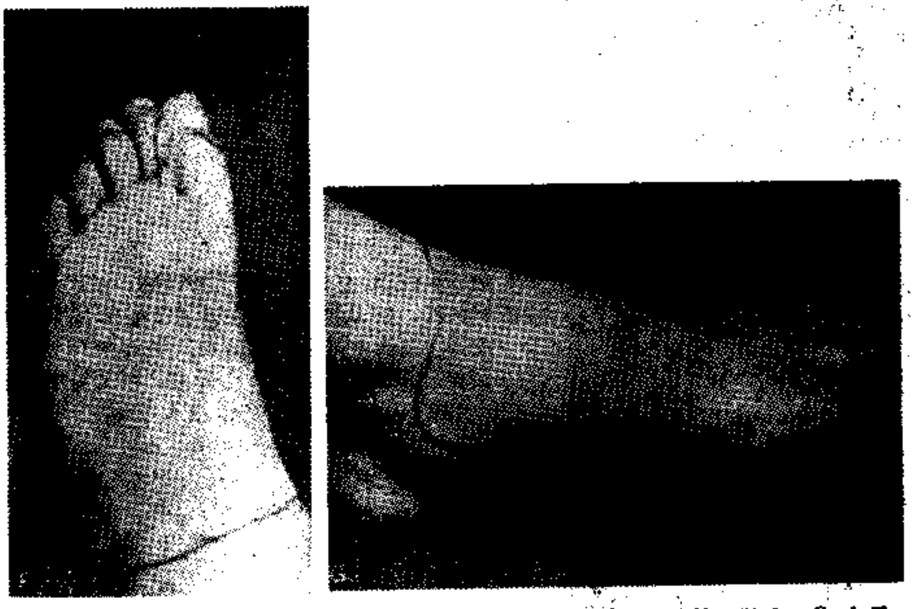


图 12·4 F.左足整个足背游离皮瓣的轮廓，包括延伸到踇趾及第二趾上。G.左足内侧方切口轮廓

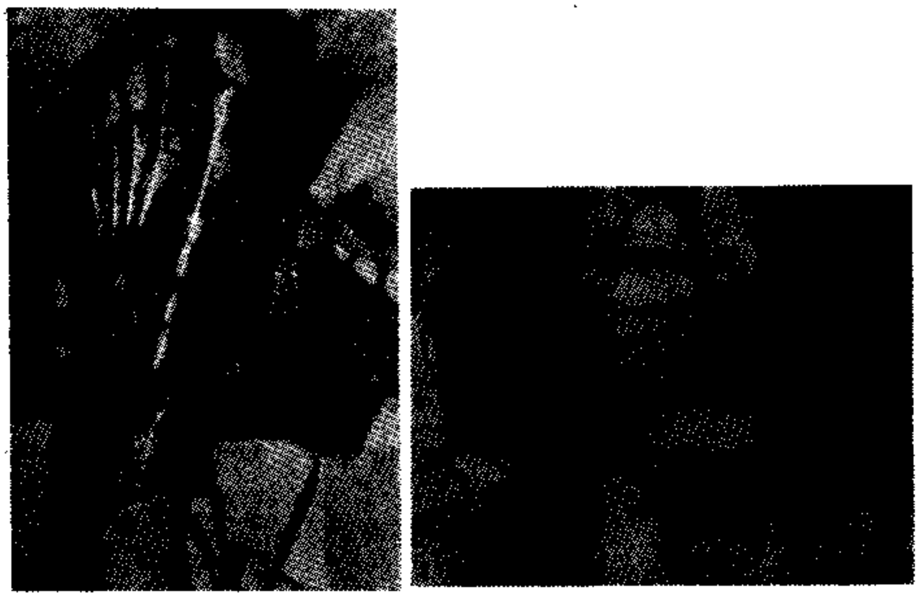


图 12·4 H. 能活的足背皮瓣，以足背血管及大隐静脉为蒂 I. 整个足背的游离皮瓣移植到颈面部，足背动脉和一个伴行静脉分别与右颜面动脉及静脉吻合。皮瓣全部成活

皮瓣设计

皮瓣是以足背动脉系统为中心，并包括此系统的皮支。如果需要血管蒂可以取至小腿下端。在止血带控制下剥离皮瓣，用低倍放大镜，从内侧开始游离皮瓣。皮瓣恰从腱周组织浅层剥离，直到抵达伸𧿹长肌腱。将肌腱外侧缘的筋膜切开，垂直向骨的方向继续剥离，足背血管系统即位于此部位。在足背血管及肌皮神经下面沿骨膜向外侧剥离。在第一背侧骨间肌中，切断足背动脉与深部的连接，使皮瓣游离。切断皮瓣的远侧缘，包括血管神经束延伸到足趾部分，继续在腱周组织平面剥离皮瓣。切断伸𧿹短肌肌腱，因其跨过血管系统的浅层。然后切断皮瓣的近侧缘，皮瓣形成岛状，皮瓣近侧缘可正位于或略高于伸腱支持带的下缘水平。支持带可以切断以便游离较长的血管蒂。放松止血带，切断血管，肌皮神经及胫前神经。

足背血管系统作为血管蒂，足背和第一趾蹼间隙的皮瓣，不但可以用作局部或岛状皮瓣，也可以通过吻合小血管用作游离皮瓣。该血管系统也是𧿹趾、第二或第三足趾移植所选用的血管。若保留胫前神经的分支，使伸趾短肌具有血管神经供应，能用来移植，立时接通血运，以治疗面神经麻痹。

第一趾蹼间隙

从𧿹趾和第二趾的相邻面处包括趾蹼，可获得较大面积的皮肤（图 12·5）。该处皮肤由足背动脉通过其第一跖背支供应充足的血运。该处皮瓣的感觉支配，在跖侧和背侧有两个来源。跖侧趾神经更为重要。胫前神经及其分支供应次要的背侧面。静脉回流通过足背静脉弓进入大隐静脉中。动脉和静脉的剥离，象做𧿹趾或第二趾移植时的剥离一样。这一带血管神经蒂的皮瓣已成功地用于手上（Gilbert 及 Morrison, 1975），可以与

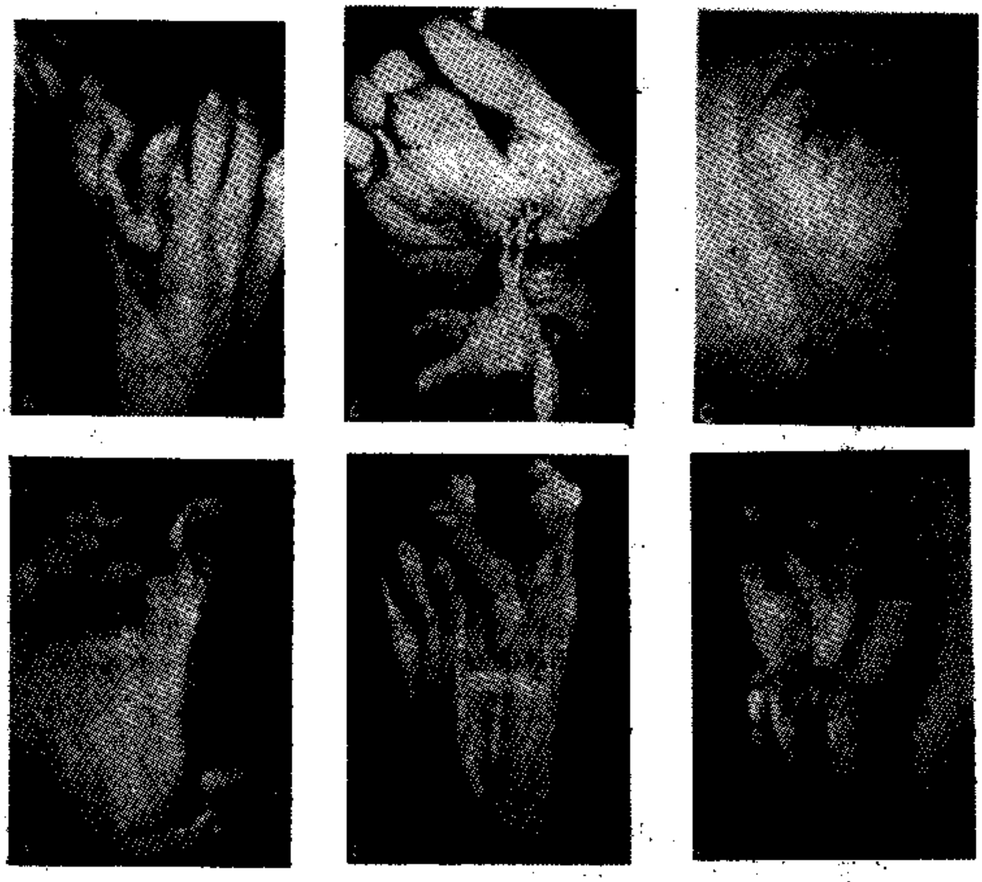




图 12·5 A.第一趾蹼间隙的尸体解剖。背侧到皮瓣上去的大血管——来自足背动脉的第一跖背动脉及静脉分支回流注入大隐静脉 B.跖侧血管神经供应第一趾蹼间皮瓣 C.多发截指伴有残留拇指内收挛缩 D.第一趾蹼间皮瓣轮廓和显露背侧血管的切口 E.第一趾蹼间皮瓣测得 11 厘米×8 厘米，足背动脉已显露 F.一个能活的皮瓣。踇趾的皮肤已铺盖在第三、四掌骨头部，趾蹼形成新的拇指蹼，第二趾皮肤覆盖拇指残端。皮瓣的血管与移了位的桡动脉背支吻合，在腕部水平与其伴行静脉吻合。皮瓣上的趾神经与正中神经的感觉支吻合 G.4 个月时夹捏良好



图 12·6 A.一个青年的右手严重撕脱伤 B.同一个病人。示、中、无名指及部分手背皮肤撕脱。末节截指 C.足背合并 2 个趾蹼间皮瓣轮廓已画出，以足背动脉及大隐静脉为蒂。背侧观。足背与第一和第二趾蹼间的带血管神经蒂的皮瓣



图 12·6 D. 跖侧切口，需剥光第二足趾 E. 切取皮瓣后足部的缺损 F. 从足背及两趾蹼间取下的带血管神经蒂的皮瓣已铺开像十字形

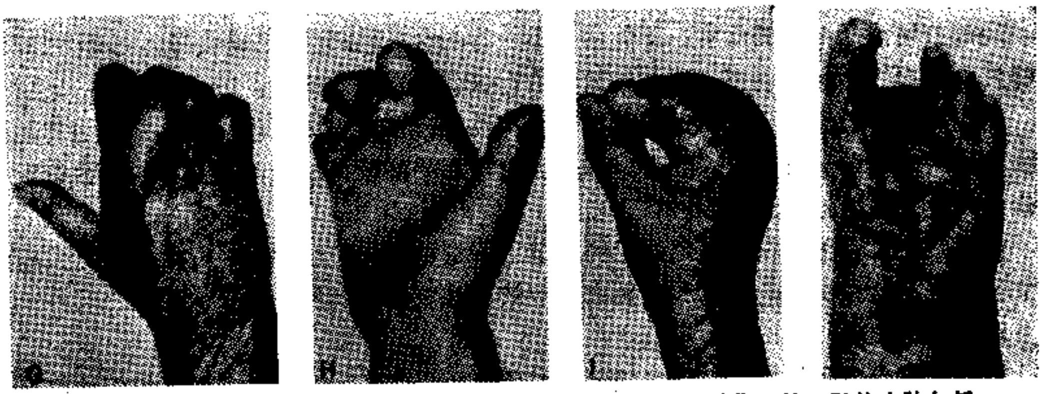


图 12·6 G. 能活的皮瓣——同一个病人。踇趾的皮肤包盖示指，第二趾的皮肤包括指甲及甲床覆盖中指，第三趾内侧的皮肤包裹无名指。足背动脉及大隐静脉分别与桡动脉及头静脉的分支吻合。图为6周所见 H. 掌侧观，以后需矫正并指 I. 术后6周拇指与再造的示指相捏有力 J. 右足植皮术后6周。第二趾在第一次手术时已切除

足背皮瓣和/或第二趾蹼间皮瓣合用（图 12·6）（Mcleod 等，1976）。

胸背皮瓣

胸背皮瓣是由 Boeckx（1975）提出的。下肩胛下动脉位于胸外侧，在该处发出分支到背阔肌。然后继续前行供应一片皮肤，其范围尚未肯定，大约 10×12 厘米。有一条静脉伴行此动脉。在背阔肌前方切口可找到血管索的位置，然后沿血管索向下追踪至肩胛骨下缘。供皮区创面可直接闭合；其厚度与肩胸部皮瓣近似，不带毛发和比较隐蔽。其临床实用价值尚未确立，特别是其血管系统不恒定。

臀部皮瓣

Fujino（1975）曾用过从上臀部下至大粗隆的一片组织。可取一大块皮肤，脂肪及其下的肌肉。约重 400 克。将臀大肌上三分之一劈开，所取的组织块以臀上血管为蒂。用切皮机切除皮肤，用此大的皮肤肌肉脂肪块以填充增大乳房。Fujino 将此组织块灌注冲洗，通过胸外侧切口植入，用臀上动脉与胸外侧血管吻合，供皮区直接缝合，即使乳

房增大手术可用更简单的方法来完成，此皮瓣对其他情况也是有用的。

手术操作

麻醉既可用区域阻滞如硬脊膜外或臂丛，或与静脉给镇静剂合用。也可用全麻，特别是在躯干、头和颈部手术时。

供皮和受皮血管的是否适用

假如对血管能用与否有怀疑时，那末应首先探查受皮血管。如若不然，可以两个手术组在供皮区和受皮区同时开始手术，这样可明显缩短手术时间。每个手术组都应熟悉小血管外科的原则。从临床检查来了解受皮血管是否适用常是可能的。有时为获得理想的受皮血管，往近端进一步剥离是需要的，同时把皮瓣往近侧移位，与受皮血管做端对端吻合，也是可取的。直径小于0.5毫米的血管不能用作吻合，如此小血管的皮瓣临床应用靠不住。目标应尽可能用大的血管。血管用缝线标记上以便辨认，并建议固定在附近的软组织上，以保持血管最大的长度。借此还能防止血管缩入皮瓣而不易找到。一个动脉和一个中等大小的静脉，足以维持数百平方厘米大面积的皮瓣的生存。

经过放射治疗部位的血管，不能用作小血管吻合，因血管壁已被损伤。Harii(1974)曾将胃网膜血管转移出胸壁，以与经放射治疗区的受皮血管吻合。

从受皮血管必需得到正常的、活泼的、搏动性出血，如果不能得到，则该血管在该平面不能用来与游离皮瓣血管吻合。插入血管导管始能获得良好的出血，说明血管近侧有损伤，血管需做进一步截除。

虽然常将血管蒂放在缺损处的近侧，但这不是重要的，血管放在任何部位，只要能建立良好血运就很满意。动脉和静脉吻合应该放在皮瓣的两侧。

缺损区的准备

当满意的受皮及供皮血管已经检定，即应准备受皮区。切除所有坏死组织，很好地止血。去除任何明显感染或死骨，虽然吻合小血管的游离皮瓣可以消灭低度感染，但应避免在感染创面内吻合小血管。假若原来缺损区已用皮片植皮覆盖，则皮瓣多用来覆盖原来的部分缺损。

皮瓣的掀起

皮瓣在掀起以前，应用手术探查来证实皮瓣血管的位置、大小、数目和大致的走向。可以调整皮瓣的方向位置，以使轴心血管位于皮瓣的轴线上。

开始阶段。设计皮瓣要比受皮区大25～50%，但经验证明，皮瓣几乎可以按照缺损区的模样设计。受皮区创面准备好后，比着创面剪一个模样，再将皮瓣修剪正适合缺损创面。一些显微外科医生主张在腹股沟部做游离皮瓣时，从远端往近端剥离，以辨认深部动脉，并且做一内侧切口，以分离皮瓣的静脉（Harri等，1974)。这意味着在受皮区缺损创面没有准备好以前，不能两组同时进行手术。

皮瓣的轴心血管保持连续不要切断，直到受皮区缺损创面完全准备好为止。这可以缩短总的缺血时间。沿着血管往皮瓣里作一小段剥离，以使血管增加灵活度便于吻合。结扎轴心血管，先动脉后静脉，然后切断两个血管。皮瓣不要灌注冲洗。

血管吻合

皮瓣立即移植到受皮区，并稀疏地缝合以固定好位置。皮瓣没有必要降温，缺血时间一般为1～2小时。较长的缺血时间曾遇到过，一般不危及皮瓣的成活，但血运建立

较慢。不论其管径如何，血管用端对端吻合。扩张较小的血管，并将管口切成斜形，可以克服管径不对称。先吻合静脉并去除两个血管夹。然后吻合动脉，皮瓣血运一旦建立，皮瓣的移植即完成，血管要避免有任何折曲。有时在受皮区要掀起一小皮瓣，以适应移植皮瓣的厚的末端。皮瓣下放一简单引流，但要避开血管吻合处。

最大的皮瓣面积为 31 厘米× 22 厘米（图 12·7），是取自腹股沟，很少需要比这再大的皮瓣。

术后处理

皮瓣暴露，只覆盖缝线处及引流管，后者于术后 48 小时取出。用氯霉素眼膏按时涂





图 12·7 A.大的三角肌横纹肌肉瘤，广泛放射治疗后 B.彻底切除恶性肿物，肱骨头暴露 C.大的腹股沟游离皮瓣31厘米×22厘米的轮廓 D.大的腹股沟皮瓣已掀起 E.吻合后5个月的皮瓣（译者注：与原图不符合？） F.轻度边缘坏死——切除后缝合伤口。用甲状腺上血管重建皮瓣血运 G.6个月后 H.右侧供皮区断层植皮到肋缘。此大皮瓣只需要1个动脉及静脉

抹缝线伤口上。能随时容易地观察皮瓣的血运。大多数游离皮瓣呈现有水肿，由于淋巴阻塞所致。但假如可行，稍加抬高后可减轻水肿。过度抬高可影响动脉供血，应该避免。

无需给抗凝剂，因为血管直径一般大于1.5毫米且外观正常。应用肝素可导至供皮区及受皮区的出血。

每小时观察一次皮瓣的颜色、温度和毛细血管反应很重要，这一常规持续到术后72小时。术后7天曾发生过动脉血栓。皮瓣的颜色最好与原来供皮区周围的皮肤比。若皮瓣出现缺血改变，温度下降，呈现斑点发绀（图12·8），毛细血管反应迟缓，若在肢体上，较将其放在低位时有一种“空感”。若是静脉堵塞，呈现紫绀，皮瓣温度下降，毛细血管反应加快，比抬高患肢时有一种“实感”。经采取简单保守措施，两小时内皮瓣血运仍不



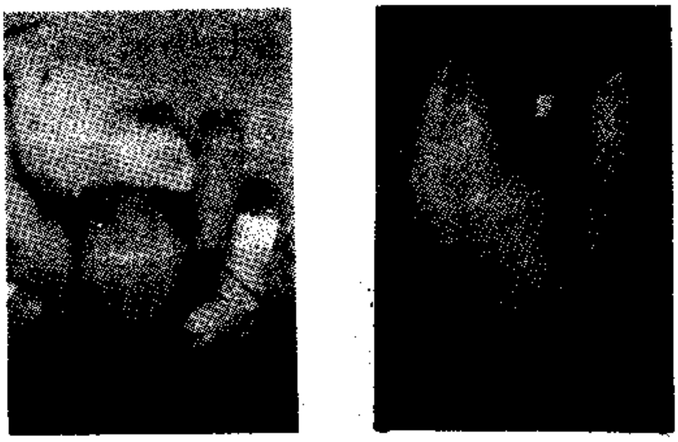


图 12·8 A.(i)男，46岁，挤压伤后拇指内收挛缩 (ii) 右腹股沟游离皮瓣示意图。S. I. E. A＝腹壁浅动脉；S. C. I. A＝旋髂浅动脉；S. C. I. V＝旋髂浅静脉；S. I. E. A＝腹壁浅静脉；V. C＝伴行静脉；S. V＝隐静脉 (iii) 腹股沟游离皮瓣。第一掌骨间隙广泛剥离分开 (iv) 左手背侧观，血管吻合示意。用静脉移植克服旋髂浅动脉与桡动脉的口径差异。移植段中部有一瓣膜已切除 (v) 48小时内皮瓣出现蓝白色花斑，动脉栓塞 (vi) 动脉栓塞纠正后5天，皮瓣恢复 (vii) 6个月后，同一病人内收挛缩矫正，皮瓣良好

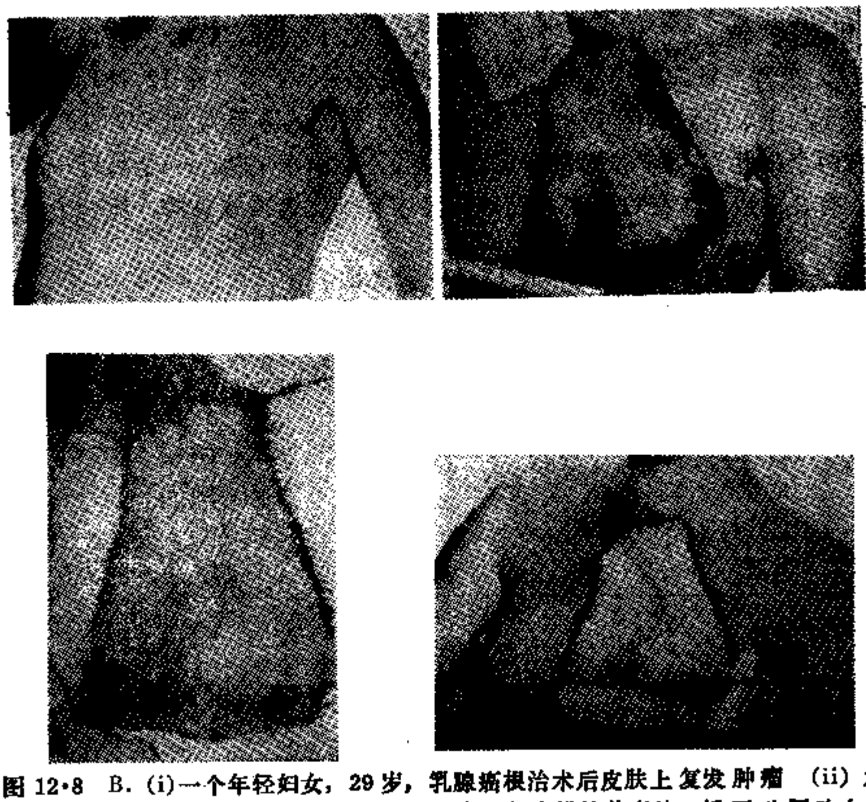


图 12·8 B.(i)一个年轻妇女，29岁，乳腺癌根治术后皮肤上复发肿瘤 (ii) 术后5天动脉栓塞，皮瓣呈蓝色花斑 (iii) 在颈部皮瓣的基底处，矫正动脉吻合2天后，皮瓣外观明显改进 (iv) 同一病人——10天时皮瓣外观正常

见好转时，应立即手术探查，需纠正不良的吻合。可能需要做静脉移植，头颈部静脉因其扩张性大不适用。老年人的皮瓣可见到广泛发暗（图 12·9），借助皮瓣远端边缘有活泼的、鲜红的出血与静脉栓塞区别。

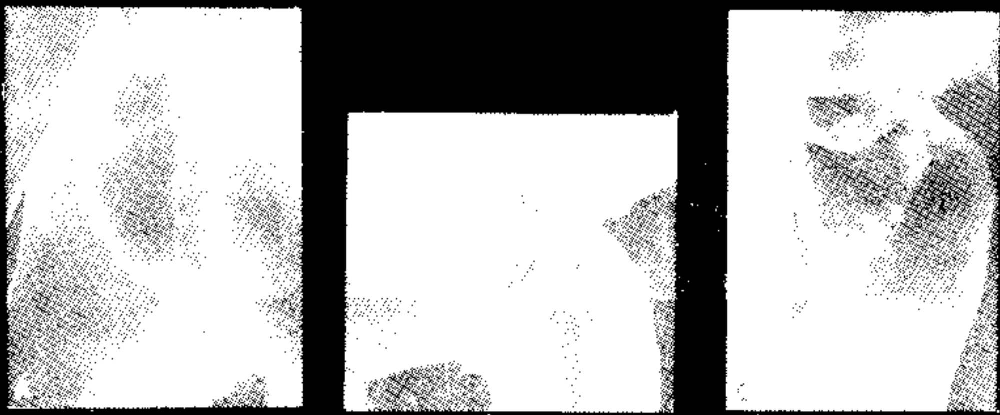


图 12·9 A. 女，79 岁，腹股沟游离皮瓣覆盖臂丛。由于放射治疗后臂丛神经炎严重疼痛，做了臂丛松解术。放射过的皮肤已切除，皮瓣边缘有些发暗，但毛细血管反应存在，皮瓣远侧缘有活泼的，鲜红的出血 B. 术后数天皮瓣广泛发暗。毛细血管反应仍良好 C. 术后 10 天皮瓣颜色自然地恢复

结果

38 例游离皮瓣移植中，有 30 例完全成活，2 例部分坏死。失败例中有一例 10 天后重做成功。供皮区（表 12·1）为腹股沟（图 12·10 至 12·15），前额（图 12·16），肩胸部（图 12·17），足背与趾蹼间皮肤或足趾合用，还有一个手指（图 12·18）。受皮区涉及头、颈、躯干和上、下肢（图 12·19）（表 12·2）。失败的原因为动脉栓塞。由于动脉折曲所致，有两个肥胖病人，其皮瓣的厚的内侧缘，不能满意地植入一个具有一薄层皮下组织的区域。有 2 例应用了经过放射的动脉，其中有一皮瓣重做成功，另一个动脉疾患致

表 12·1 供皮区

腹股沟	29
前额	2
手指	2
肩胸	1
足背—— 蹼间	1
足背与足趾合并移植	2
足背	1

表 12·2 修复缺损区

手及前臂	14
头及颈	14
下肢	7
胸	3

成皮瓣失败，是由于受皮区血管未能截除到正常水平所致。其余皮瓣的失败，是由于术后过度抬高患肢，使肢体血压下降关系。

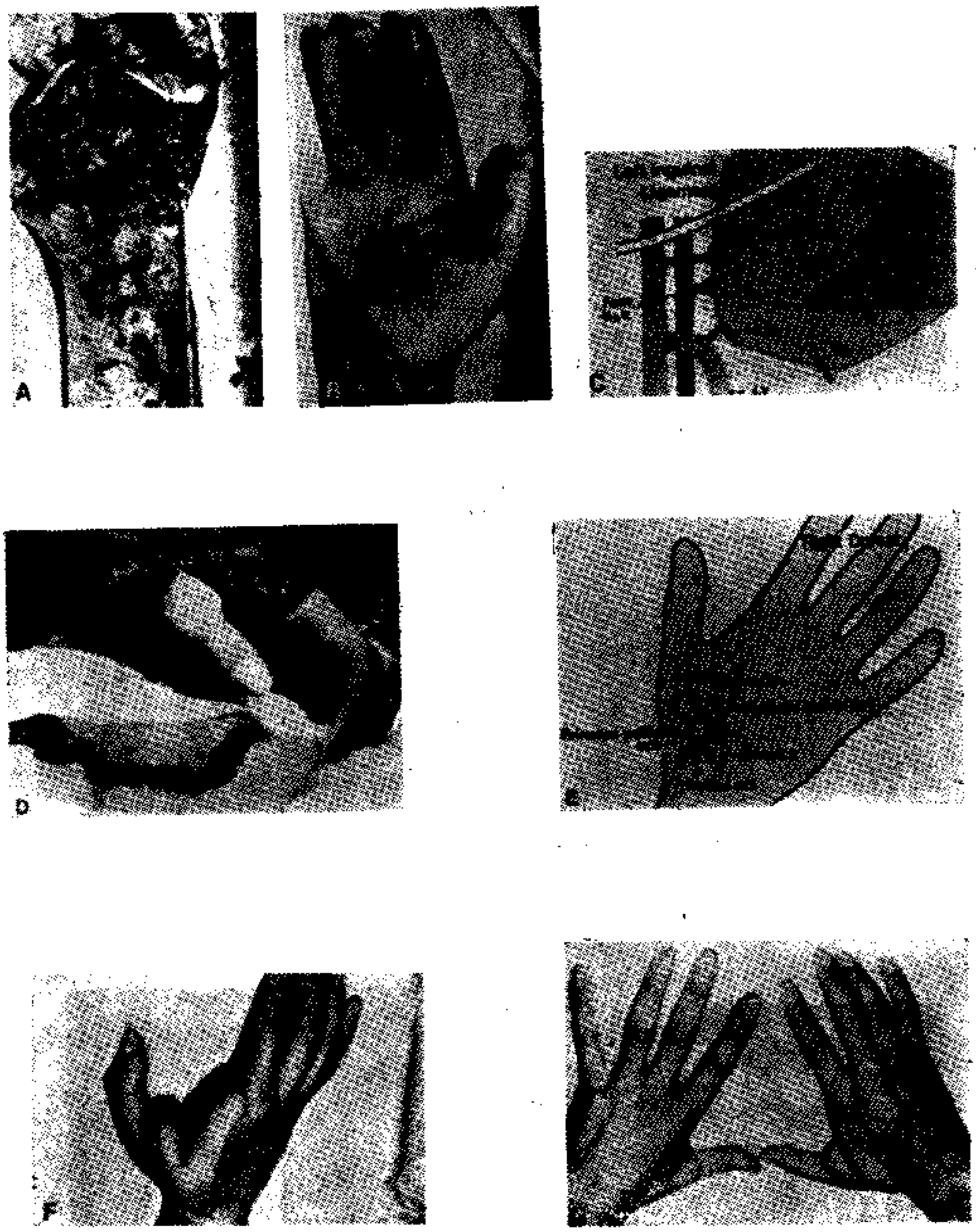


图 12•10 A. 男，23 岁，前臂远端、掌和鱼际膜严重撕脱伤 B. 右拇内收畸形 C. 左腹股沟血管系统。S. C. I. V＝旋髂浅静脉；S. C. I. A.＝旋髂浅动脉；V. C.＝伴行静脉；S. V.＝隐静脉 D. 第一掌骨间隙宽大张开在手上取腹股沟皮瓣模样 E. 在右手背做血管吻合 F. 术后 4 周拔除用以分开第一掌骨间隙的不锈钢针。病人只住院 10 天 G. 拇指与示指张开程度的比较



图 12·11 A. 10 岁男孩，先天性拇指内收畸形，伴有手指缺如 B. 发现桡动脉位于第一、二掌骨间广泛切开裂隙的基底处 C. 一期腹股沟游离皮瓣移植修复裂隙，9 个月后重建拇指掌指关节尺侧侧副韧带

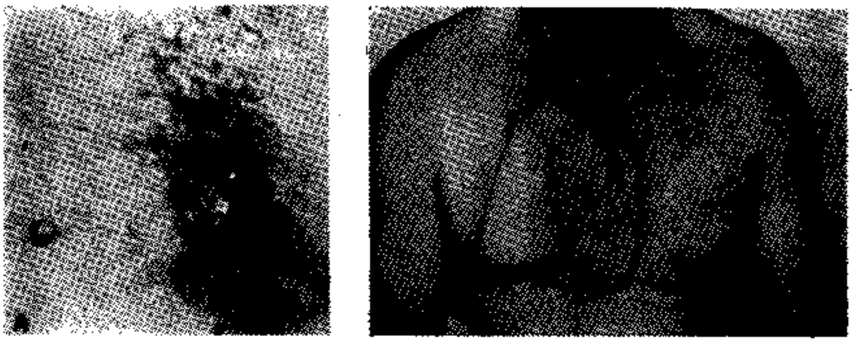


图 12·12 A. 15 年前大剂量放射治疗肉瘤后，胸部前皮肤放射坏死，胸骨外露 B. 切除放射过的皮肤术后 4 个月。创面用腹股沟游离皮瓣覆盖，旋髂浅动脉与右颈横动脉吻合

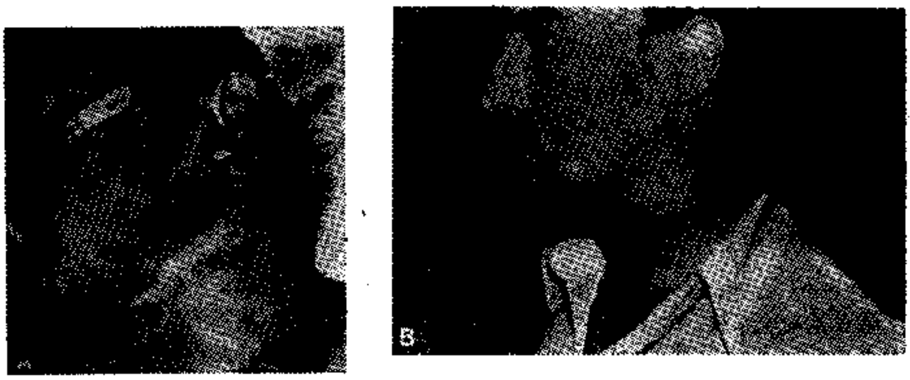


图 12·13 A. 一位年轻的男性，右颈部陈旧疤痕 B. 切除瘢痕，用腹股沟皮瓣覆盖，皮瓣血管与颜面血管吻合



图 12·14 A. 游离腹股沟皮瓣，皮瓣血管与甲状腺上血管吻合，为治疗放射引起的臂丛神经炎。切除放射过的皮肤，截除锁骨中⅓并做神经松解 B. 腹股沟皮瓣4个月后。臂丛神经炎所致的严重疼痛完全消失

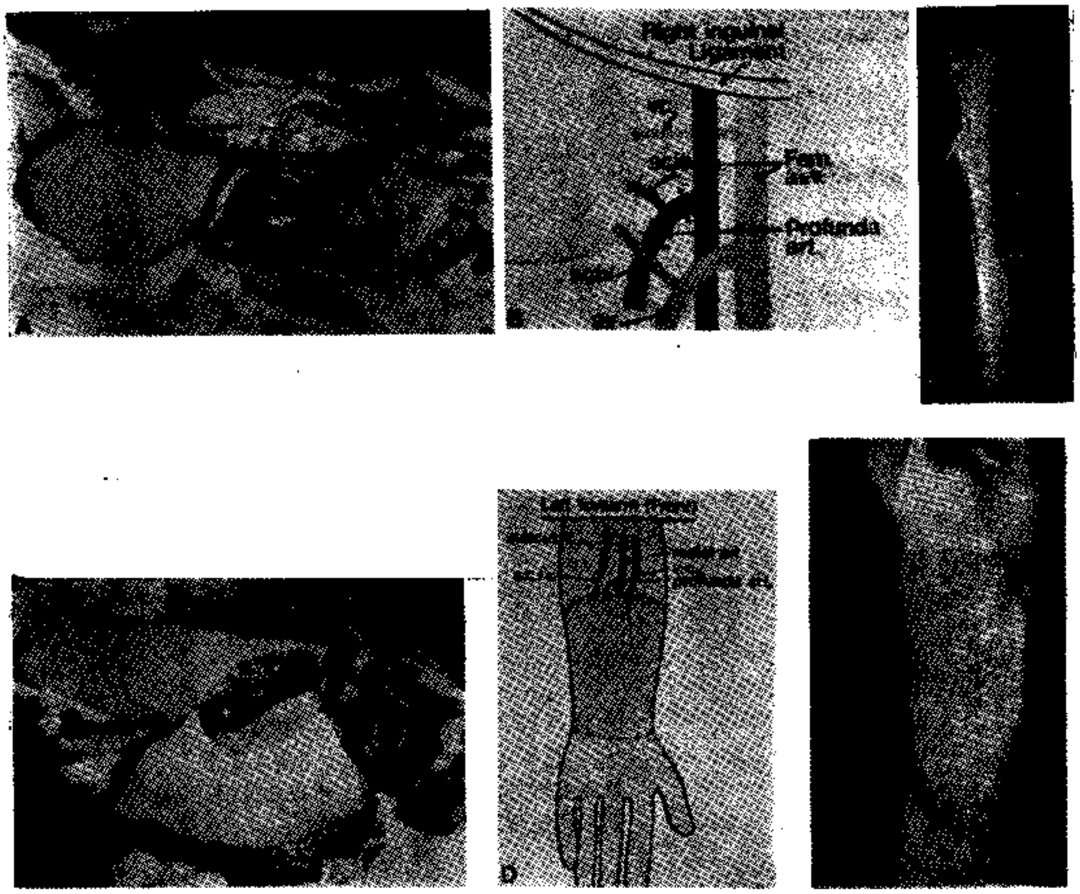
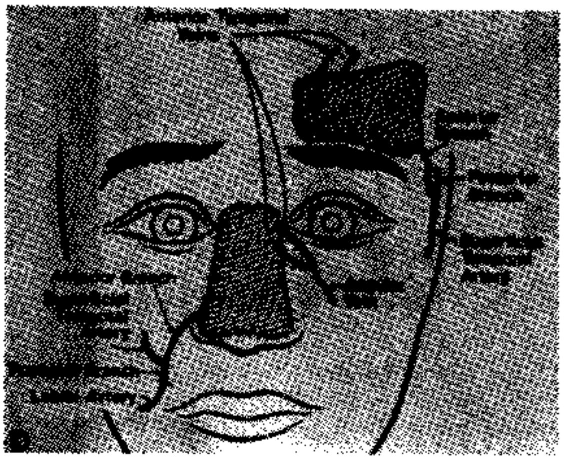


图 12·15 A. 女，42岁，左前臂严重复合损伤。缺血的手需要用尺动脉两处修复来重建血运。腹股沟游离皮瓣17厘米×15厘米，置于伤口旁 B. 腹股沟皮瓣的血运，一段深动脉与伴随旋髂浅动脉一起取下。V. C＝伴行静脉；S. C. I. A＝旋髂浅动脉；S. V＝隐静脉 C. 血管吻合后从游离皮瓣远侧缘出血。这种皮瓣在血管未吻合前，不应缝到受皮创面上去，还有，在从腹股沟处取下以前要彻底修薄 D. 血管吻合示意图 E. 术后5周，动脉造影可见皮瓣上广布着重建的血管，在金属夹近侧示吻合的动脉通畅 F. 游离皮瓣术后9个月，稍加去薄









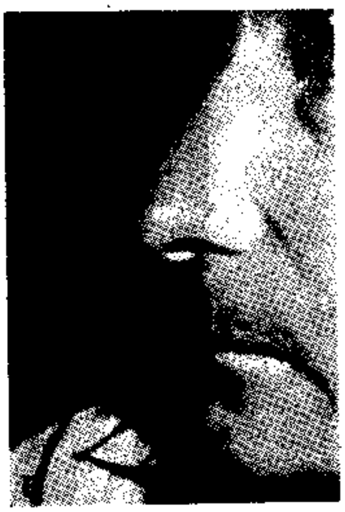


图 12-16 A.鼻部浸润性基底细胞癌 B.前额皮瓣(左)已画出，以颞浅动脉前支为血管蒂 C.游离前额皮瓣带颞浅动脉前支，用以修复切除基底细胞癌后所遗留的缺损 D.血管吻合 E.术后2个月，病人只住院5天



图 12·17 A. 男孩 9 岁，右面部先天性痣 B. 切除上、下眼睑痣，用耳后游离皮瓣修复 C. 肩胸（右）皮瓣，带有营养穿通血管，来自第一肋间隙，为最大的血管 D. 切除痣，按形状切取皮瓣，移植到面部 E. 右第一肋间隙穿通血管与颜面前血管吻合后 5 个月的皮瓣。以后需将皮瓣下端去薄一些



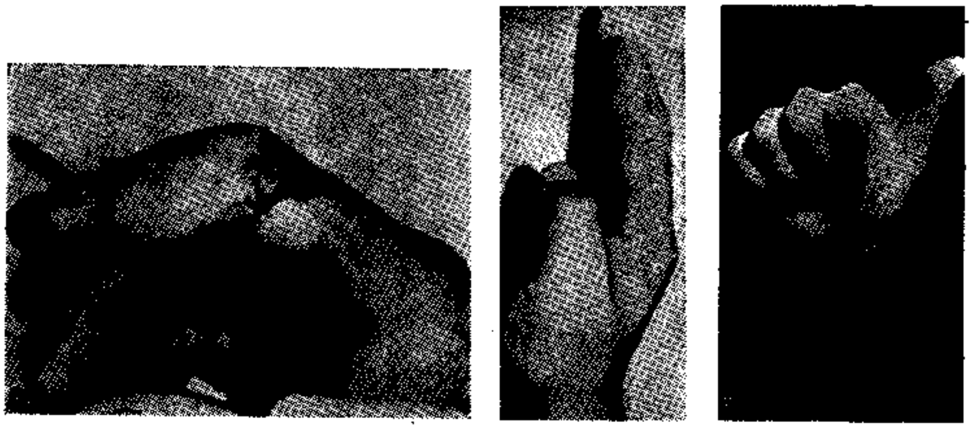


图 12·18 A.右示指桡侧锯伤 B.修复用的组织块，包括指骨，1 条指动脉，1 条指神经和 1 条背侧静脉 C. 术前术后 X 线片，示原来骨缺损和修复后满意的位置 D. 吻合 1 条指动脉，1 条指神经和 1 条背侧静脉后移植的皮瓣成活 E. 术后 4 个月手指可完全伸直，感觉恢复良好 F. 4 个月时几乎能完全屈曲

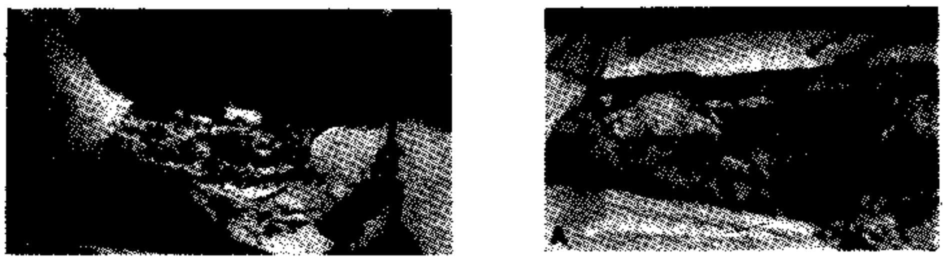


图 12·19 A.左：女，40 岁，右胫腓骨严重开放骨折伴有广泛皮肤缺损；右：暂时的植皮 3 周时

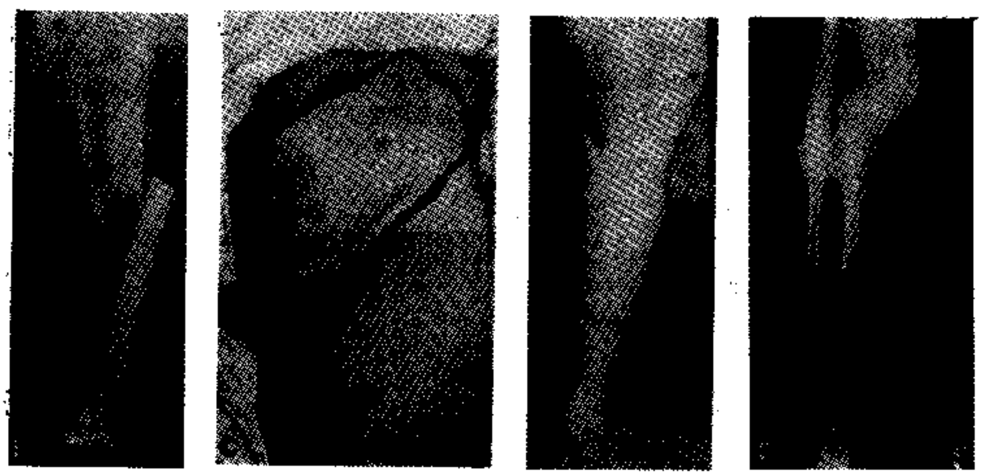


图 12·19 B.术前 X 线片骨折段移位 C.腹股沟游离皮瓣 23 厘米×18 厘米 D.腹股沟皮瓣转移后 1 年。皮瓣的血管与胫前血管吻合 E：1 年时骨愈合坚固

有 3 例发生静脉栓塞，但均经矫正静脉吻合而得到成功。另外 5 例在 7 天内因动脉栓塞需再次手术。后者有 2 例，切除了栓塞的吻合处，近端动脉修剪到正常处并做静脉移植，结果 2 个皮瓣均成活。在第三例中，另选择一个新的受皮血管做了吻合，余 2 例纠正吻合后皮瓣部分坏死。

手术时间已经减少到4小时。当应用游离皮瓣以前，应该考虑到其具有明显的好处，并且应该和用平常方法一样的安全。有些情况下只有可能应用游离皮瓣。成功病例年龄最大的是79岁，最小的是4岁。Lendvay (1975) 报告在一例18个月的幼儿身上，做成功游离皮瓣。

腹股沟皮瓣的大小不太受限制，整个轴心血管系统能包括在内。游离皮瓣在修复外科中有肯定的地位，有些可以代替管状皮管和直接皮瓣。不能要求每个从事修复外科的医生都做，在强有力的组织支持下，只能由同时受有修复外科和小血管外科训练的医生来施行。

撕脱皮瓣

在撕脱性断肢的病例中常伴随有此种类型的损伤发生。常见有大的皮肤瓣完全撕掉，如头皮，或仅留一蒂相连。这些损伤大都伴有捻挫的成份，很少单纯由于斩断性损伤。重要组织如骨、神经、肌腱和关节可能暴露，早期皮瓣覆盖迫切需要。此种情况虽然可以成功地应用带蒂皮瓣和游离皮瓣，但应考虑用撕脱的皮瓣来修复。撕脱的皮瓣经过简单的清创植回原处，在多数情况下会导致皮肤坏死。在此领域中，小血管外科的作用还没有被肯定。

Kurata 和 O'Brien(1976) 用家兔研究撕脱皮瓣问题。将大腿皮肤从上往下撕开而不拿掉，一组不捻挫，另一组先将大腿放在两滚轴间造成严重捻挫，每一组再分成四小组——不吻合血管；吻合动静脉；只吻合动脉；只吻合静脉。皮瓣成活的详细情况列于表12·3中。表中清楚地显示出，在捻挫与未捻挫的两组中，吻合动静脉的结果最好。未吻合血管的结果很差，多数皮瓣成活甚少（图12·20）。在另外一组实验中，皮瓣完全撕脱，也将其分成捻挫组与不捻挫组（表12·4）。当吻合两条血管后结果很好。

表 12·3　家兔实验性撕脱皮瓣的成活情况

	吻　　合	特　优	优	良	差	劣	总　数
A(未捻挫的)							
	动脉和静脉	8	2				10
	动脉	5	5				10
	静脉		5	3	1	1	10
	未吻合		3	1	1	5	10
B(捻挫的)							
	动脉和静脉	4	5	1			10
	动脉		3	4	3		10
	静脉		2	3	2	3	10
	未吻合			1	3	6	10

注：特优=100%成活　优=100～75%成活　良=75～50%成活　差=50～25%成活　劣=25～0%成活

在动物实验中未用血管移植，但在临床实践中可能需要。头皮撕脱，虽然不常见，但涉及到特殊部位，应选用小血管吻合方法进行再植（Miller 等，1975）。

表 12·4

	吻　合	特　优	优	良	差	劣	总数
A.完全撕脱无捻挫							
	动脉与静脉		3				3
	动脉		2	1			3
	静脉				2		2
	未吻合					2	2
							10
B.完全撕脱有捻挫							
	动脉和静脉		1				1
	动脉						
	静脉					1	1
	未吻合					1	1
							3



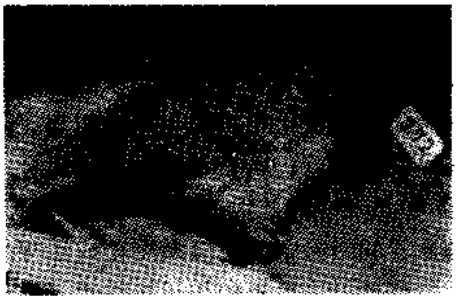




图 12·20　A.实验性撕脱皮瓣　B.家兎大腿撕脱皮瓣（未捻挫），吻合动脉和静脉后　C.家兎大腿撕脱皮瓣（未捻挫）广泛坏死。未吻合血管

用小血管吻合移植大网膜

带血管蒂的大网膜移植，很多医生已经做过，用以覆盖胸部和腹部大的创面，并移植到腋部和腹股沟部，试图用以减轻淋巴水肿。结扎到胃大弯去的血管分支以游离大网膜，在其基底处保存胃网膜血管。

网膜是一种血管非常丰富的组织。它的面积大小是可变的，能够比游离皮瓣覆盖更大的范围。由 Mc Lean 和 Buncke（1972）第一个用吻合小血管方法做大网膜游离移植，来修复切除恶性肿瘤后暴露的颅骨。将胃网膜血管与颞浅血管吻合后，再在大网膜上做断层植皮。Harii（1974），Ikuta（1975）和Sykes（1975）在同样的头皮缺损病例中应用网膜移植。Clodius（1974）曾将网膜与肾部血管接通，用以覆盖神经松解术后的

臂丛，该神经系由于大量放射后发生神经炎所致严重疼痛而做的神经松解。

单侧或双侧颜面麻痹，可用重新接通血管的网膜矫正。大网膜纵形切断，将胃网膜血管端对端与颜面血管吻合。于1971年11月，为一位39岁男性患有双侧颜面麻痹(图12·21）的患者作了这种网膜手术。颜面两侧各植入半个网膜。右侧移植的完全成活，左侧者部分坏死。最后将右侧过多的网膜，游离移植一部分到左侧，两侧的不对称得以矫正。此次手术探查，见右侧的网膜血管有搏动，病理切片证明为正常网膜组织。右侧颈动脉造影显示沿下颌骨下缘处吻合的血管通畅。Harii（1975）报告3例用网膜移植矫正颜面凹陷包括半侧颜面萎缩。网膜能部分或全部移植。网膜本身必须没病，血管没有因为放射而有不正常。矫正颜面凹陷的另一材料来源，是用腹股沟脂肪，带其营养血管做游离移植。



图12·21 A. 男、39岁，两侧颜面萎缩。他带用假牙和自制的填充物来尽可能地改进畸形 B. 取下大网膜，纵形分成两半，在颜面两侧将胃网膜血管与颜面血管吻合 C. 右侧颈动脉造影。沿下颌骨下缘可见胃网膜动脉通畅 D. 右侧颜面的网膜成活但较隆起。6个月时切下部分网膜移植到左侧，以矫正两侧的不对称，因左侧的网膜发生部分坏死 E. 颜面右侧的网膜6个月时作病检，显示正常的血管脂肪组织 F. 术后2年，戴着一般假牙

网膜移植还有各种用途，还可用以覆盖下肢处理困难的创面，它将能否代替游离皮瓣覆盖大的缺损，还是个疑问。

（王澍寰）

参考资料

Boeckx W. (1975) Personal communication.

Branemark, P. I., Jacobsson, B. & Sorensen, S. E. (1969) Microvascular effects of topically applied contrast media. Acta Radiologica Diagnosis, 8, 547-59.

Clodius, L. (1974) Symposium on Microsurgery. New York.

Daniel, R. K. & Williams, H. B. (1973) The free transfer of skin flaps by microvascular anastomoses. Plastic and Reconstructive Surgery, 52, 16-31.

Fujino, T. (1975) Third International Symposium on Microsurgery. East Grinstead.

Fujino, T., Harashina, T. & Mikato, A. (1972) Autogenous en bloc transplantation of the mammary gland in dogs, using microsurgical technique. Plastic and Reconstructive Surgery, 50, 376-81.

Gilbert, A., Morrison, W. A. & Tubiana, R. (1975) Transfert sur la main d'un lambeau libre sensible. Chirurgie, 101, 691-694.

Goldwyn, R. M., Lamb, D. L. & White, W. L. (1963) An experimental study of large island flaps in dogs. Plastic and Reconstructive Surgery, 31, 528-36.

Harii, K. (1973) Meeting of the American Plastic and Reconstructive Surg eons, Miami.

Harii, K. (1975) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead.

Harii, K. (1975) Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, Paris.

Harii, K., Ohmori, K. & Ohmori, S. (1974) Hair transplantation with free scalp flaps. Plastic and Reconstructive Surgery, 53, 410-3.

Harii, K., Ohmori, K. & Ohmori, S. (1974) Free deltopectoral skin flaps. British Journal of Plastic Surgery, 27, 231-9.

Hayhurst, J. W., Mladick, R. A., & Adamson, J. E. (1975) Experimental and clinical microvascular flaps. In preparation.

Ikuta, Y. (1975) Autotransplant of omentum to cover large denudation of the scalp. Plastic and Reconstructive Surgery, 55, 490-3.

Ikuta, Y., Watari, S., Kawamura, K., Shima, R., Matsuishi, Y., Miyoshi, K. & Tsuge, K. (1975) Free flap transfers by end-to-end arterial anastomosis. British Journal of Plastic Surgery, 28, 1-7.

Krizek, T. J., Tasaburo, T., Desprez, J. D. & kiehn, C. L. (1965) Experimental transplantation of composite grafts by microsurgical vascular anastomoses. Plastic and Reconstructive Surgery, 36, 538-46.

Kurata, T. & O'Brien, B. McC. (1976) Experimental study of replacement of avulsed flaps in the rabbit using microvascular surgery. In preparation.

Lendvay, P. G. (1975) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead.

McCraw, J. B. & Furlow, L. T. Jr. (1975) The dorsalis pedis arterialized flap: A clinical study. Plastic and Reconstructive Surgery, 55, 177-85.

McLean, B. H. & Buncke, H. J. Jr. (1972) Autotransplant of omentum to a large scalp defect, with microsurgical revascularization. Plastic and Reconstructive Surgery, 49, 268-74.

MacLeod, A. M., O'Brien B. McC & Haw, C. S. (1976) Unpublished work.

Miller, G. D. H., Anstee, E. J., Snell, J. N. & Behan, F. C. (1975) Replantation of an avulsed scalp by microvascular anastomosis. Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery. Paris.

O'Brien, B. McC. & Hayhurst, J. W. (1976)The principles and techniques of microvascular Surgery. In Plastic and Reconstructive Surgery, ed. Converse, J. M. Philadelphia, W.

B. Saunders.
O'Brien, B. McC. & Shanmugan, M. (1973) Experimental transfer of composite free flaps with microvascular anastomoses. Australian and New Zealand Journal of Surgery, 43, 285-8.
O'Brien, B. McC., MacLeod, A. M., Hayhurst, J. W. & Morrison, W. A. (1973) Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomoses. Plastic and Reconstructive Surgery, 52271-8.
O'Brien, B. McC., Morrison, W. A., Ishida, H., Mac Leod, A. M. & Gilbert, A. (1974) Free flap transfer with microvascular anastomoses. British Journal of Plastic Surgery, 27, 220-30.
Schecter, H. L., Biller, H. F., & Ogura, J. H. (1969) Revascularized skin flaps: a new concept in transfer of skin flaps. Laryngoscope, 79, 1647-65.
Sharzer, L. A., O'Brien, B. McC., Horton, C. E., Adamson, J. E., Mladick, R. A., Carraway, J. H., Hayhurst, J. W. & MacLeod, A. (1975) Clinical applications of free flap transfer in the burn patient. Journal of Trauma, 15, 766-71.
Smith, P. J., Foley, B., Mc Gregor, I. A. & Jackson, I. T. (1972) The anatomical basis of the groin flap. Plastic and Reconstructive Surgery, 49, 41-7.
Strauch, B. & Murray, D. E. (1967) Transfer of composite graft with immediate suture anastomosis of its vascular pedicle measuring less than 1 mm in external diameter using microsurgical techniques. Plastic and Reconstructive Surgery, 40, 325-9.
Sykes, P. J. (1975) Personal communication.
Wilson, J. S. P. (1976) The application of the two centimetre pedicle flap in plastic surgery. British Journal of Plastic Surgery, 20, 278-96.

13. 显微淋巴外科

在1627年 Gaspar Aselli 第一次描述了淋巴系统之后，甚至在 Havey 对血液循环的研究以前，即已有很多关于这个系统的研究，但是在解剖与生理很多方面尚未完全搞清楚。William 及 John Hunter 兄弟通过在淋巴腺内注射染料的方法，进行了淋巴系统的研究，标出很多淋巴管并证明了它们的用处（Dobson 1969)。目前提出不少新技术来治疗淋巴水肿。用切除的方法大量缩减软组织，只能得到中等的结果。其他措施包括 Handley (1908) 首创的用丝线导流的方法，还有为了引流淋巴液，采用胸部皮瓣、大网膜以及皮肤条的埋入等手术。

Cloduis 与 Wirth (1974) 在动物实验中发现，淋巴回流的阻塞首先表现在深部淋巴系统。他们设计的动物试验模型如下：除前后侧两条皮肤及主要的血管与神经外，切断狗大腿的全部软组织。将一个泡沫塑料（聚氯基甲酸乙脂）制的圆盘放在缺损处，盘上开孔使神经及血管可以通过，这形成一个防止淋巴管再生的屏障。5个月后由于组织纤维化，全部实验的狗发生了淋巴水肿。

深层与浅层淋巴管之间的交通发生了障碍，引起在伸展性较大的皮下组织内的浅层淋巴管的扩张。这些作者根据动物实验发现提出，埋在深部组织间隔内的皮肤条，不能使淋巴液引流到已经阻塞了的深部淋巴系统。在水肿出现前数月或数年，即能见到浅层淋巴管的扩张。皮肤的淋巴液回流发生的甚慢。

现在治疗上的注意力集中到如何将淋巴水肿的肢体内的淋巴液引流到静脉系统中去。

在正常的情况下即可发生淋巴管与静脉之间的交通(Rusznyak, Foli 与 Szabo, 1967; Calnan 与 Pentecost 等1966, Edwards 与 Kinmonth, 1969)。这些交通也可在不正常的情况下见到 (Neyazaki 等，1965; Threefoot 与 Kossover, 1966; Pentecost 等，1966, Burn等，1966; Ohara 与 Taneichi, 1973)（图13·13)。有些作者试图建立人工的淋巴管静脉吻合使阻塞性淋巴水肿时过多的淋巴液得到引流。由于技术上的原因，这种手术主要是将横行切断的淋巴结与静脉相吻合。Rivero 等，(1967) 将狗的腹股沟淋巴结与静脉做了吻合，一个月时100%畅通，但到第三个月时全部吻合口被纤维组织所封闭 (Calnan 等，1967)。继之又有人在淋巴管压力正常的情况下进行了这种实验，淋巴管内的压力不象在继发性淋巴水肿时那样高。Nielubowicz 与 Olszewski (1968) 以及Firica, Ray 与 Murat (1969) 在动物实验中用这种方法进行吻合，发现有淋巴液从淋巴管向静脉流动的现象。Politowski, Bartkowski 与 Dynowski (1969) 等将此种方法应用于临床，据报导，病情得到改善。

行端一侧淋巴管～静脉吻合的动物实验（吻合处暂时用聚乙烯管作为支托）有40%的畅通率，但如果采用与输尿管和脏器相吻合时那样的斜片状吻合法，并仅缝合一针，则畅通率下降到20% (Laine 与 Howard, 1963)。

Calderon, Roberts 与 Johnson (1967) 将横行切断的淋巴结分别在狗腘窝、颈部与大隐静脉与外颈静脉吻合。另外在手术显微镜下将腹股沟淋巴管直接植入股静脉或用端

-端吻合方法连接到静脉。但在这些实验中未能发现淋巴液引流到静脉系统中去。

已经有人发表将淋巴管与静脉直接吻合的临床经验，Cocket 与 Goowin (1962) 与 Mistill 以及 Skyring (1966) 用这种方法治疗乳糜尿与小肠淋巴管扩张症，取得良好的临床效果。Sedlacek (1969) 报告了一例象皮病，用一针缝合端-侧使淋巴管静脉交通，3个月后显示有进步。但未能做长期的随诊。这些作者报告的热带病患者，均在大淋巴管上作吻合，与淋巴管的一般大小不同，因之不需要用手术显微镜。Degni (1975) 描述过15例主要是下肢阻塞性淋巴水肿的病人，用他的淋巴管静脉吻合方法治疗。这种方法，只需要一针缝合，是端-侧吻合。一般吻合到腹股沟部的大隐静脉。他报告手术后水肿显著消退而且效果与吻合的数目成正比，在开始时作3～4个吻合口，以后7～9个，随诊时间为2到28个月。

Yamada 用狗作实验，取得在畅通方面有意义的进步。他应用显微外科技术，在踝部行淋巴管静脉吻合取得成功。应用聚乙烯管作为临时内部支托。将在吻合口之间，与最接近静脉瓣的大隐静脉分枝全部切断，这样可以减少静脉压力，避免反流经过吻合处，以保护吻合口。

作者个人经验

动物实验

1969年用狗开始在股血管之间游离淋巴管并用4或5根镀金属尼龙细线，斜行吻合到股静脉。用这种方法处理了30条杂种狗，但是没有达到持续的畅通。以后采用了显微外科技术，用硅橡胶管作内部支托，使淋巴管能端-端吻合到同样大小的静脉分枝，吻合完成后再由股静脉取出硅橡胶管（图13·1）。共进行了15次此种手术，这些吻合处

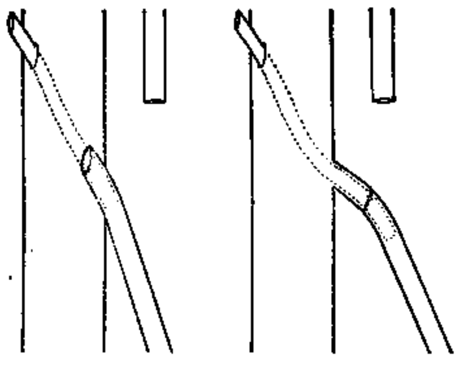


图13·1 A.最初的淋巴管静脉吻合方法 左，股淋巴管与股静脉在聚乙烯管支托下，端对侧吻合术 右，股淋巴管与股静脉分枝在聚乙烯管支托下，端对端吻合术

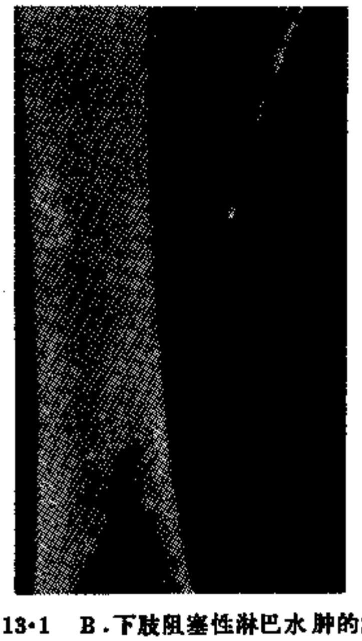


图13·1 B.下肢阻塞性淋巴水肿的淋巴管造影，在大腿静脉的显影（箭头指示）最下箭头指示是自然的淋巴管静脉交通，能见到充有碘油的静脉瓣

都经过淋巴管造影、再探查与组织学检查。

5条狗在手术后1小时内，肉眼观察与淋巴管造影均证明吻合口畅通。24小时后造影看到另外10条狗的吻合口阻塞，并为直接探查与组织学检查所证实。另外1组15条狗，手术后每日两次皮下注射 Calciparine（700毫克/公斤）共7天。注入手术肢的爪内希望能预防吻合处的静脉栓塞。早期随诊，进行了淋巴管造影与探查，有5条狗在头18天内检查吻合口发现有阻塞，4条狗分别在术后1，5，8及18天时吻合口保持通畅。其余的狗在1～6个月做了淋巴管造影与探查，证明淋巴管静脉吻合没有功能。

定型的手术

采用体重约20公斤的猎犬。选择这种品种，是因为在腹股沟部的皮下脂肪薄而经常有发育好的淋巴管。采用静脉内戊巴比妥（15毫克/公斤）麻醉，气管内插管以保证充分的通气。爪内注入2.5%专利兰（三苯甲烷）显示出淋巴管，在大腿内上方作纵行切口，显露这些淋巴管。翻转股直肌后可以显露股管，在血管鞘内或其附近经常能找到2到3条淋巴管。选好淋巴管并将其游离后，与直径相同的静脉在无张力下行端-端吻合。吻合口的直径从0.3毫米到1.2毫米（图13·2）。为防止出血，静脉暂时用压力轻柔的钳子遮断，但不要中断淋巴液的流动。钳子处远段的静脉用肝素化盐水（1000单位/100毫升）冲洗。在管腔断端切除少量外膜周围组织，要特别注意避免损伤脆弱的淋巴

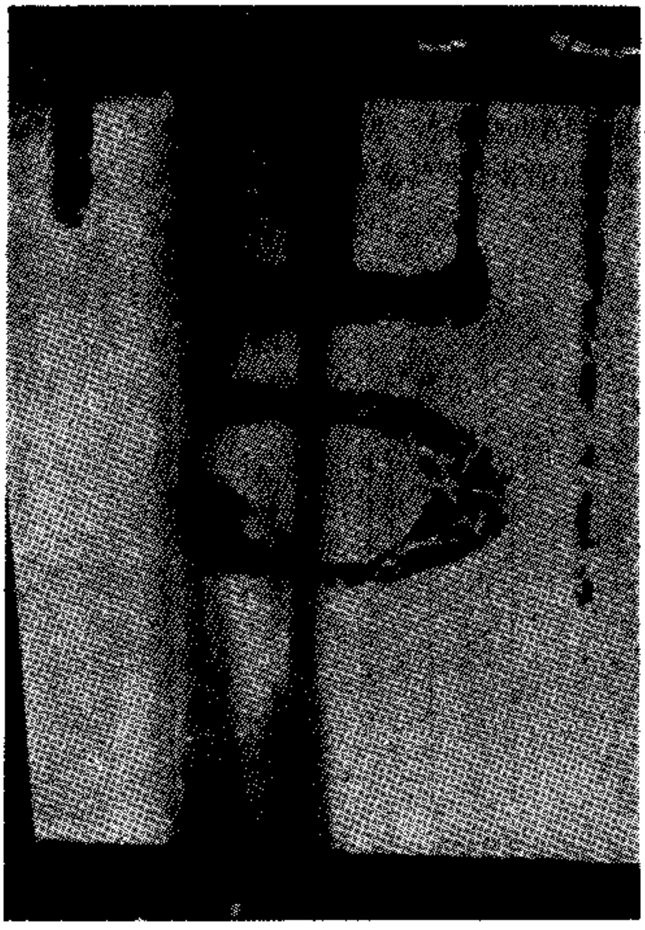


图13·2 切断与吻合前的淋巴管，在标尺上直径小于0.5毫米

管。缝合线先穿过静脉壁然后再穿过淋巴管壁。轻柔地向上提拉淋巴管，可以看到管腔呈裂隙状（图 13·3）。小心地由此裂隙内在直视下将针尖穿过薄的淋巴管壁；这样手术者才能肯定针穿过缝合的节段。轻柔地向上提针以完成缝合。在最初几针缝合后淋巴液的流动可使静脉膨胀。由于显露的关系，有时在临床实践中需要将线先穿过淋巴管壁进行缝合。要缝合足够的针数（约 4 到 5 针），以防止吻合部位有明显的淋巴液漏出（图 13·3）。未用抗管壁痉挛的药物。切断并结扎周围所有的淋巴管，希望能增加经过吻合部的淋巴液流量，这对以后的淋巴管造影也可以有帮助。为了术后在X线相及临床上便于识别，在接近吻合口处缝上一块不透X线的标记。

全部吻合口在术后立即畅通。在除去钳子后，静脉返流进淋巴管达 2～3 毫米，但在淋巴液流过吻合口后返流消失。淋巴液可自然流动而且经过按摩爪与腿部，流动可以增加，使静脉充满了蓝染的淋巴液。

为了改进畅通程度，为 12 只狗在淋巴管静脉吻合的同时结扎了胸导管，因为曾有人

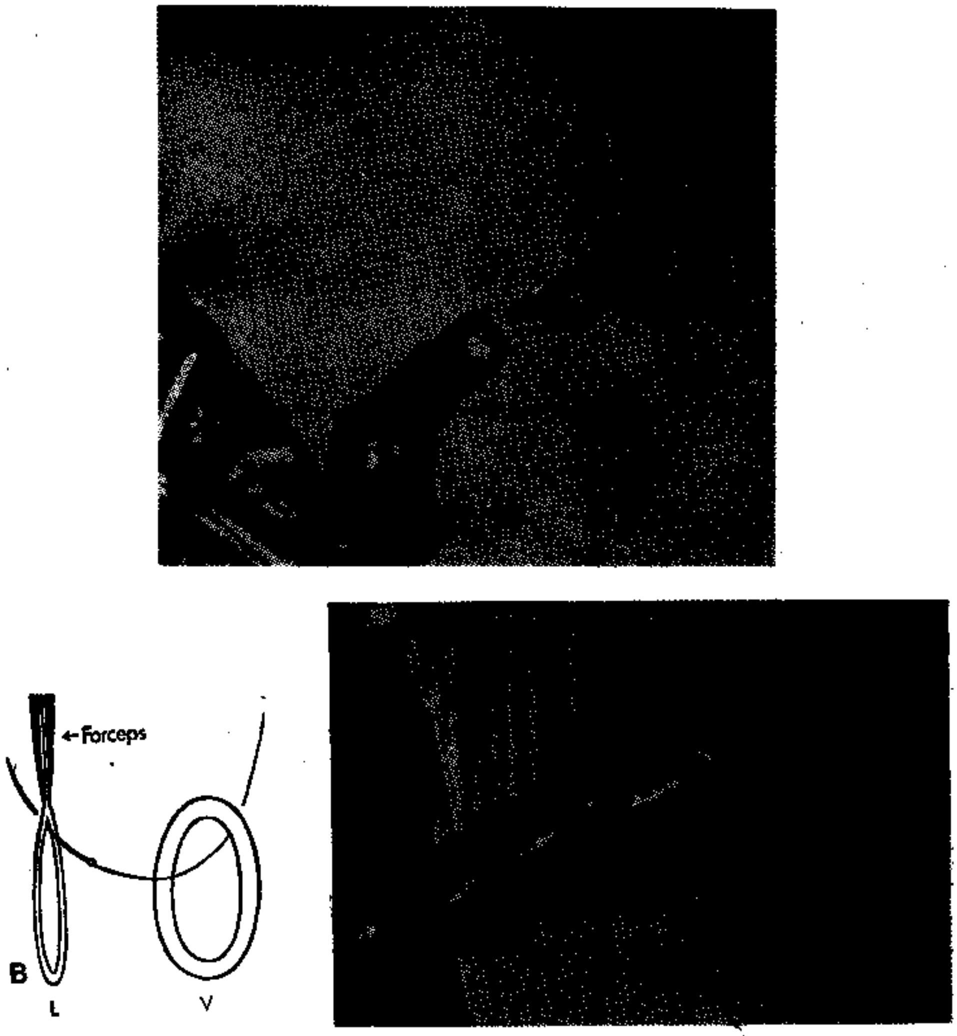


图 13·3　A. 淋巴管静脉吻合前，在静脉上置钳力柔软的止血钳　B. 缝合一般先穿过静脉，继之经过裂隙样的淋巴管　C. 淋巴管（右侧）已经缝合到静脉（左侧），用 19 微米镀金属尼龙缝合线。全部切片用 Gomori 氏醛品红染色

建议这种办法可以增加淋巴管内的压力（Neyazaki 等 1965）。

鉴定吻合畅通的方法

在实验的早期，于吻合后一周内全部进行了淋巴管造影。但由于结果不肯定而这种方法又耗费较多时间，因此以后除一只狗外，为了了解畅通性，全部进行了直接探查；只是在有困难时才加做淋巴管造影。如果经过按摩腿部后，发现有绿染的淋巴液流过吻合口并使两侧的管腔扩张，可以认为吻合处畅通。也进行了阻断后排空远端再解除阻断的畅通试验，以证明淋巴液由远端向近端流动。取吻合处标本进行组织学检查。

结果

有关吻合的结果已有过报导（Gilbert 等 1976），共 39 例。18 例在术后一周进行了检查（表 13·1），有 3 例吻合口被苍白栓塞闭锁而不通。其中 2 例在 9 个月时再探查，发现吻合处变成细的纤维索条，无腔道再形成。其余 15 个吻合口中，有 14 个畅通，1 个不肯定。畅通的 14 个吻合口中，1 个做了组织学检查，其余准备日后再作手术探查。

表 13·1 淋巴管吻合术后一周探查结果

畅 通	14
不 通	3
不肯定	1
总 数	18

6 周到 3 个月之间，手术探查了 33 个吻合口（21 个是第一次，12 个以前在第一周时探查过）（表 13·2）。

表 13·2 6 周与 12 周之间探查结果

畅 通	24
不 通	6
不肯定	3
总 数	33

在第一次探查的 21 个吻合口中，15 个畅通。如果这些吻合永远保持畅通，至少有 74%（29/39）在一周内畅通。以前在术后一周时探查过的 12 个吻合口，有 9 个畅通。全组剩下的 6 个吻合口在 5 到 6 个月时进行了探查（表 13·3）。4 个畅通，1 个可疑，其余 1 个发生阻塞。（以后另一组 6 个吻合口在 6 个月时探查都畅通）。在 6 个吻合口中，5 个在 3 个月时探查是畅通的。其余 1 个未经探查但也畅通。原 39 个中 1 个在 1 周时病理检查畅通。因此 38 例吻合中 25 例（66%）在 6 到 12 周之间探查是畅通的。

表 13·3 淋巴管静脉吻合 5 到 6 个月后探查术

畅 通	4
不 通	1
不肯定	1
总 数	6

为了判断胸导管结扎对吻合畅通性的影响，观察了12只狗，在两个月时探查，12个吻合中，8个畅通，3个不通，1个未找到吻合口。

组织病理学

30个淋巴管静脉吻合，全部作了组织病理学检查，16个畅通，14个栓塞（表13·4）。吻合在2天到6个月不同时间病理检查，任意分为3组：

表13·4

组	时间	标本号	通畅	栓塞
1	第1周内	11	6	5
2	3～10周	9	5	4*
3	3～8月	10	5	5*
总数		30	16	14**

* 每组均有一个标本在切除时将吻合口打开，未能找到吻合处。

** 包括早期17个标本中的10个标本

1．术后第一周

2．3到10周

3．3到6个月

所有能找到吻合口的发生栓塞的管腔，有一个共同特点，即管腔切断边缘对合不良。在每一例都能见到对合不良与缝合针数过多有关。其中两标本合并有血肿并且广泛波及周围组织，这些都是直接由于在吻合时未能精确对合断端管壁，导致血液外渗。由于缝合针数较多，使管腔发生明显的收缩与变扁，这一般与吻合时缝线打结张力过大有关。

这些栓塞的吻合口另外一个共同特点是栓塞发生在静脉侧，除一例外，所有淋巴管都是畅通的（图13·4）。这一例标本，静脉血栓延伸进入淋巴管一段距离。在2到5天时作病理检查的栓塞的标本，能见到组织坏死，细胞不可见。然而在7天时表现为在静脉段外膜内可见明显的毛细血管袢，参予了机化修复。修复速度很不一致，例如，一例病理检查（在6周）发现栓塞的静脉段已有明显的管腔再形成，围绕再形成的管腔能见到明显的血管中层。在外膜内有很多增生的毛细血管袢（图13·4）。

与上述所见相反，有两个在5个月与6个月时作病理检查的标本中，显示仅有少量的细胞反应，毛细血管袢较小，且主要在外膜内。在16个畅通的吻合中也能观察到这些不同程度的修复。

在每一个畅通的吻合口处，管腔内均能见到一层薄的沿管腔周边的栓塞物，与在管壁断端及和缝线通过处形成的纤维蛋白凝块相连（图13·4）。在畅通的吻合中仅有4个由于管腔切开边缘对合不良，而造成管腔变形，其中两个伴有小的血肿。这些标本中的一个在第5周病理检查时有"中间细"（腰形）的表现，几乎把管腔分为两个节段而无修复的迹象。在3个月与5个月时进行的两个病理检查，也无机化的迹象。在吻合畅通的标本上，在6天以前只能见到坏死而无细胞。1到2天以后，在管腔的表面上有部分上皮细胞恢复。这些细胞在吻合处沿管腔周围形成的隆起的栓塞物上面生长的很活跃，而

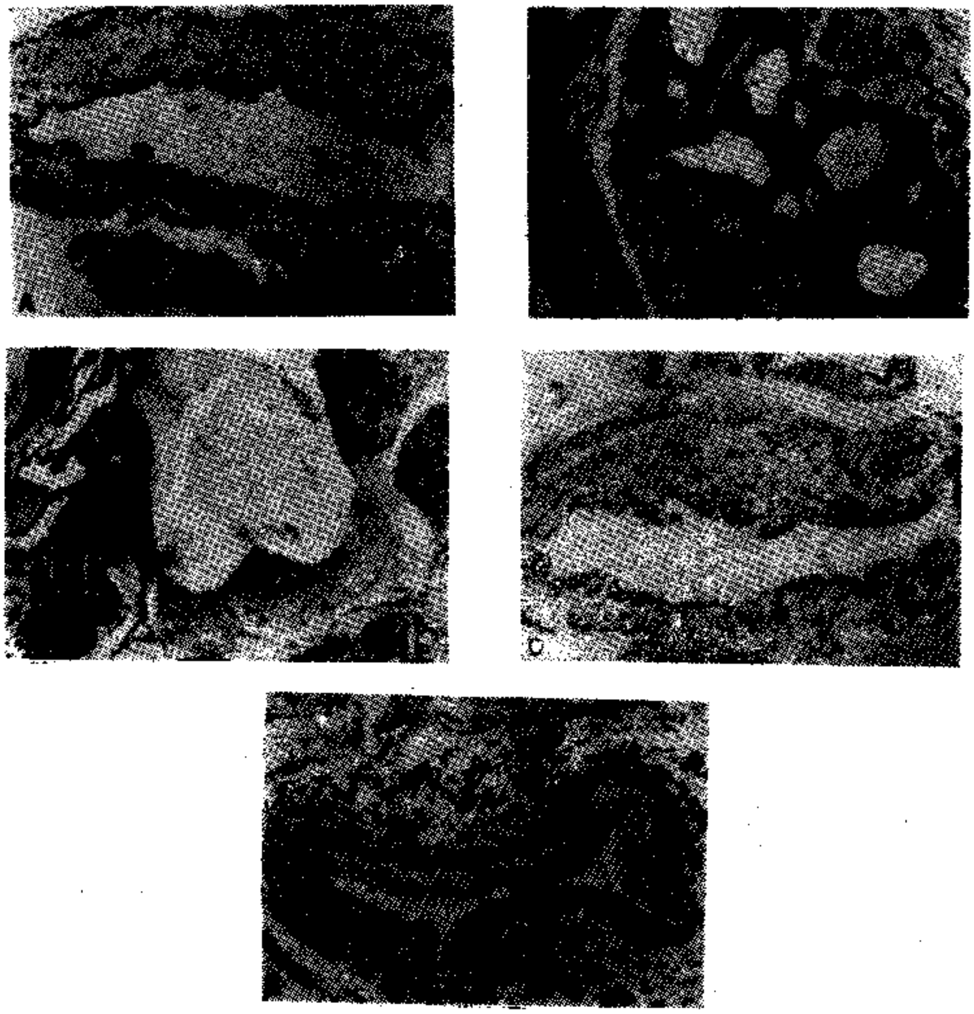


图 13·4 A. 接近吻合口的淋巴管结构横断面。非常畅通，并部分显示薄的壁层栓塞物，可见比较薄的管壁。吻合后7天的病理检查 B. 栓塞的吻合口横断面，显示再通的管道，有些已为发育良好的管壁中层所围绕。在外膜中有毛细血管增生。6周后病理检查 C. 畅通的吻合口的横断面，显示明显的壁层栓塞物，其边缘有弹性硬蛋白的原纤维。不能见到不准确的断端的对合 D. 接近畅通吻合口处的淋巴管结构的横断面。几乎已完全机化。吻合后5个月时病理检查 E. 接近吻合口处远侧的静脉段的横断面。显示沿管腔周径的明显栓塞。吻合后5个月时病理检查

且在不同的距离上分别延伸到静脉与淋巴管内。在第一周末，缝线周围偶有中性白细胞、巨细胞与单核细胞。另外在管腔壁损伤部位能明显见到成纤维细胞，同时在外膜边缘处出现微小的毛细血管袢。也在以后各阶段检查的标本中能看到各期的机化修复（图 13·4）。在管壁仍有断裂的标本上，甚至5个月后仍能见到活跃的毛细血管增生。一个两个月后行病理检查的吻合口是本组唯一在管腔栓塞物的边缘能看到细的弹性硬蛋白纤维的标本（图 13·4）。著者发现，组织分裂越大，管腔内栓塞物越明显。

总之，决定吻合成功的主要因素，是能准确对合断端而不使管腔变形。这取决于缝合的针数和位置以及结扎缝线时的张力。另外一个重要的发现是每一例阻塞都起源于静脉侧。

讨　　论

本组一周时的畅通率（74%）与 Yamada 1969 年报导的畅通率（90%）都表明淋巴管静脉吻合在技术上是可能的。而且两组都有较高的远期畅通率（Yamada 在一个月有 72.7%，本组 6 到 12 周之间有 66%）。

这些实验可在 Clodius 与 Wirth（1974）提出的淋巴水肿模型上进行（图 13·5），由于在淋巴水肿的模型中淋巴液的压力升高，可以期待吻合后畅通率会有提高。

虽然有些作者对静脉及淋巴管内确切的压力有不同的意见，但是都承认周围静脉与淋巴管内的压力有所不同；淋巴管内压力较静脉内压力高，特别在肌肉收缩时（Yamada 1969）（图 13·6）。松开静脉钳后立即能见到静脉血可反流 2～3 毫米一段距离到第一个淋巴管瓣。但是按摩与挤压腿部肌肉时可以使其向相反方向流动。在阻塞性淋巴水肿，

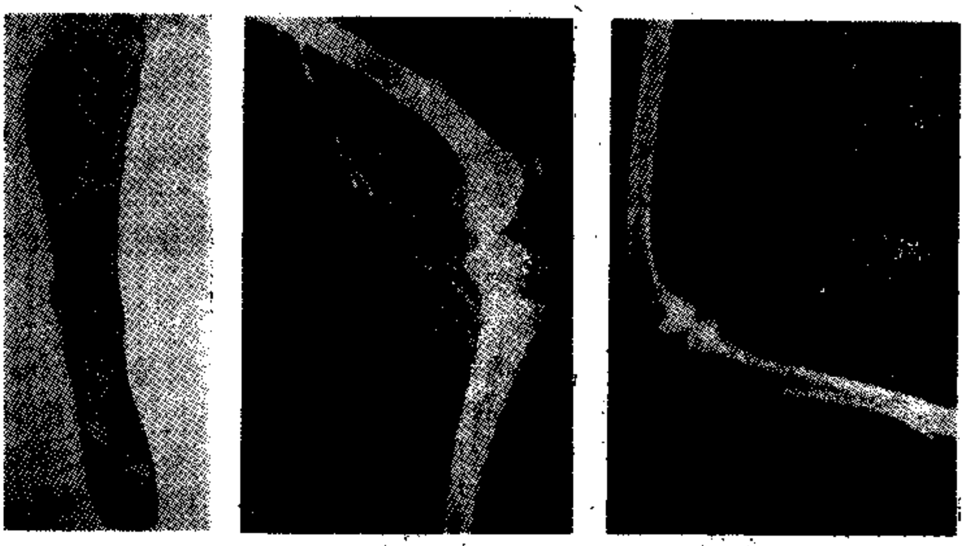


图 13·5　A. 狗后腿上部周围软组织几乎全部切除 4 个月后形成的淋巴水肿　B. 在狗后腿中部周围软组织几乎全部切断后 5 周时，能见到有浅部淋巴管扩张，但在临床上无水肿的表现　C. 同一条狗，同时在对侧腿部做的淋巴管造影

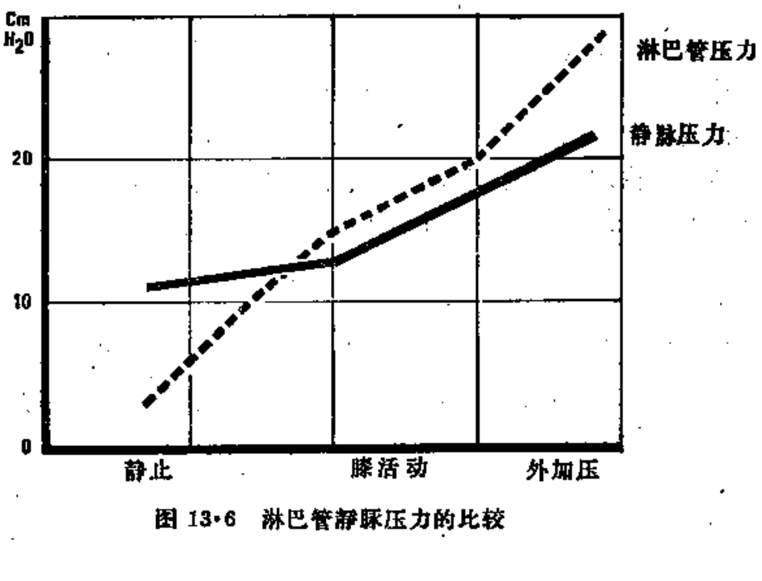


图 13·6　淋巴管静脉压力的比较

淋巴管与静脉之间的压力差别可能更高。Yamada 将吻合口与第一个静脉瓣之间的全部静脉分枝结扎的方法可能是他在吻合后第一周结果较好的原因。为了在休息时能增加淋巴管与静脉之间的压力差而提出的结扎胸导管的方法，对改善畅通性无明显的影响。

淋巴液的凝结能力很小(Stone & Hugo, 1972; Danese, Georgalas-Bertaki's & Morales, 1968; Yamada 1969)。在早期探查时能见到前几天切断的淋巴管断端仍有淋巴液流出，同样，去掉前几天或一周前在淋巴管上所作的结扎，也经常能看到有淋巴液流出。

在早期的手术，于附近淋巴管腔内能看到不同量的绿色淋巴液，有些则是空的。有些早期探查发现，吻合部扁平而且不通，但在按摩腿部后可以看到染料流过吻合处。很可能在同一时间不是所有淋巴管全部开放，尚有一部分"贮备的"淋巴管没有参与工作。这是在狗身上造成淋巴水肿时所遇到困难的一个原因 (Burn 等，1966)。曾有人提出创伤后淋巴管不能再生，但是原来不参与工作的淋巴管的开放，可以避免淋巴水肿的发生(Rouviere & Valette, 1973)。再次探查时在以前剥离过的部位经常能看到"新生的"淋巴管的出现，是以后淋巴管造影时发生困难的因素之一。

为什么有些吻合会失败？管腔的脆性与口径较小以及技术上的问题，是失败的主要原因。静脉侧的栓塞也是一个因素。我们在早期的实验中观察到，外部对淋巴管的压力或任何淋巴管不应有的扭转，均会导致失败。采用股管两侧的淋巴管能取得最好的效果，能与附近的静脉吻合，而不需要改变淋巴管走行路线。

组织病理学的讨论

组织学的检查肯定并充实了以前对小的管腔修复的观察 (Baxer 等，1972)。已经证明淋巴管静脉吻合成功的主要因素是管腔断端的准确对合。这取决于缝合的位置与数目以及缝线的紧张度。由于淋巴管壁脆弱，准确的断端对合极为重要，这点已为以前静脉吻合的研究所证实。虽然看到管壁完全坏死，但手术后一周时吻合部保持畅通。

淋巴管修复的速度，比静脉吻合要慢一些。Drinker(1942) 与以前的作者指出，进行游离淋巴管吻合时，如淋巴液流动遇到阻碍时，别的淋巴管会开放进行代偿。Drinker 强调，在淋巴管之间有多数连通枝，这是为什么在实验中不容易造成淋巴阻塞及淋巴水肿的原因。Clark 与 Clark (1932) 在研究兔的耳室时观察到，淋巴管的再生能力是很强的，然而，比血管再生要慢，特别是在结缔组织增生时很容易受压并发生阻塞。

在每一个栓塞的标本中都能看到，阻塞发源在静脉部分，而淋巴管是畅通的，除非栓塞物延伸到淋巴管内。

有时在淋巴管内的纤维蛋白凝块内含有红细胞与淋巴细胞但这发生在接近吻合口处。纤维蛋白凝块是沿着缝线穿出处出现，占据管腔的周径，但还没达到能引起完全阻塞的程度。

临床应用

显微淋巴静脉的实验研究，已经应用于治疗继发性阻塞性淋巴水肿。原发性淋巴水肿，主要是由于淋巴管少，很少有阻塞。应用显微外科治疗继发性淋巴水肿，最好在周围淋巴管被增加的压力与反复的感染引起显著的破坏以前。

在治疗乳腺癌时，乳腺根治切除经常与颈部及腋窝放射治疗联合进行。这就使某些患者发生阻塞性淋巴水肿。偶有合并臂丛神经炎者，这是放射治疗，特别是高电压放射

治疗的并发症。可发生严重的疼痛及进行性肢体运动丧失。最近由于乳腺癌外科治疗的进展以及放射治疗方法的改进，已经减少了"乳腺切除术后臂部综合征"的发生率。

乳腺癌治疗后的淋巴水肿，可发生在一个月或一年以后。淋巴水肿波及整个上肢，包括手在内。但另外一些病例中淋巴水肿是节段性的，例如上臂与前臂上半部。一般是进行性的，反复的感染加速了病情的发展。水肿使臂部感到沉重，在温暖的季节与运动以后体积增大，不容易选择适当的时装(这对最不注意穿着的妇女也是一个可悲的情况)，给病人的社交活动造成很大的困难。到目前为止，切除的方法只取得有限的效果，往往留下明显的瘢痕。

在腋静脉发生栓塞的部位，一般有足够的静脉侧枝循环，但这些血管在通过受到高电压的放射治疗的组织后，往往功能受到障碍。阻塞性淋巴水肿时，淋巴管内压力比静脉内压力高。临床上，在手术显微镜下能见到当挤压肢体下部时可使染色的淋巴液很容易经过吻合部位。有两例由于静脉内压力高，血液很快经过吻合部位流到淋巴系统。这种病人不适合做显微淋巴外科，但目前在手术前尚无法确定此点。

手术前需要了解的情况

了解全部病史，包括放射治疗的详细情况、水肿发生的时间与经过，蜂窝组织炎的发生与疼痛或无力的出现。写字困难是后者最早的特征。

客观的测量

一般在鹰咀以上及以下各15厘米处进行测量，同时在腕部及手部也应进行测量。手部测量要经过在拇指完全伸直时大鱼际处指蹼的基底部。此外，测量肢体体积可用简单的排水法(图13·7)。这种方法是将患肢放在水桶内，腕关节中立位，这样，臂部将能



图 13·7 A．可移动的测定排水量的桶 B．应用中的排水桶，臂部伸直插入桶中，桶底有一小铁罐，可以保持固定的深度

触到安装在测量桶底部小铁罐的顶部，由出口小管收集排出的水。

下肢也可以在髌骨上下极，踝关节以及足中部进行测量。

淋巴管造影

淋巴管造影可以根据 Kinmoth（1972）概述的方法，在手术显微镜下进行。在一个

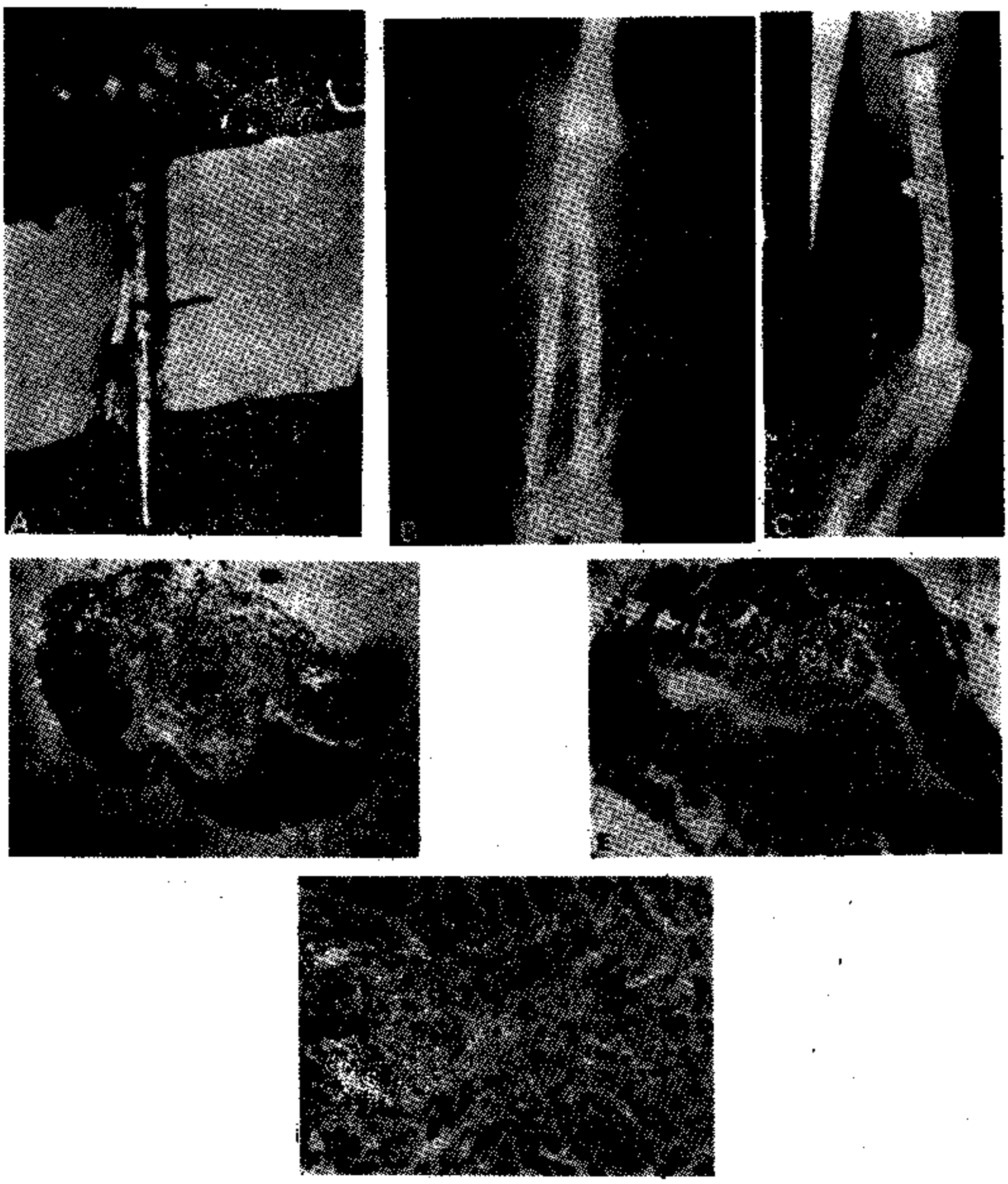


图 13·8　A．30号针头固定在小淋巴管内，准备注射碘油　B．16年前曾行乳腺根治术后及放射治疗，淋巴水肿已有13年，淋巴管造影显示在前臂下段以上无合适的淋巴管可做吻合，做了软组织切除术　C．箭头指示两个互相平行的淋巴管相会合为总的淋巴管后很快即发生阻塞　D．同上的两个淋巴管的横断面，淋巴管畅通，管壁较厚，几乎见不到细胞。苏木素及伊红染色　E．两条淋巴管汇合，无细胞的改变更为明显，苏木素及伊红染色　F．淋巴管腔消失，能见到与上一切片上同样的组织学表现，苏木素及伊红染色

指蹼内注入0.5毫升专利兰，在不加肾上腺素的局麻下，几分钟后于腕关节桡侧背面做横切口，找到兰染的淋巴管并且剥离出能插入30号针头的一小段。在插入针尖的地方于淋巴管周围用细丝线结扎(图13·8)。然后在针头上套上接管，捆在手背部。用约5毫升碘油在30分钟内缓慢注入淋巴管，并在显微镜下观察。未做深部淋巴管造影来显示深部淋巴系统(图13·8)。在上臂周围的皮肤上等距离放置标记，备以后在X线相上寻找阻塞的淋巴管。

在X线相上看到的淋巴管，一般是由外侧到内侧走向内上髁，在它的中点处走向上臂内侧，偶能看到淋巴管在肘及上臂的外侧。

静 脉 造 影

淋巴管造影后立即做静脉造影，用一细的导管在腕部插入淋巴管邻近的静脉内。如果患者需要到放射科，腕部要用夹板固定，防止针头退出，但在照相时要将夹板去掉。偶能在X线下看到淋巴结。在进行淋巴结分流手术时采用静脉造影。

一般在淋巴管造影后，水肿会变得更为明显，但在数周后可以消退。然而有一个特殊的病例在淋巴造影后发生了难以治疗的蜂窝组织炎。因此作者提出，由于造影后即将手术，建议在作淋巴管造影前要开始用抗菌素。皮肤的染色可能持续很长时间。

如果在淋巴管造影上发现在肘关节处或其上方有淋巴管梗阻，这种病例适合于做吻合手术。在大约25%臂部阻塞性淋巴水肿病例中，在腕关节以上或前臂下部见不到较大的淋巴管(图13·8)。有时可见两个淋巴管彼此靠近，走向平行，后来汇成一根共同的淋巴管，但是很快即发生阻塞(图13·8)。

当腋静脉阻塞后，一般有充分的侧枝循环，但是最后用来作显微淋巴管静脉吻合的主要静脉的小分枝，在造影上看不到。

手术前处理

在做放射检查以前要投给抗菌素。而且如果已经决定做显微淋巴手术，则抗菌素还要继续用到手术后一周。手术前的任何感染，不仅会损害淋巴管，而且还要推迟手术几个月，直到炎症完全消退。在决定手术后，应开始理疗。为了便于手术时的暴露，特别要注意练习肩关节的外展和外旋。

让病人在家每晚将患肢用吊带抬高，或放在一个抬高患肢的楔形橡胶海绵垫上。此垫宽25厘米，底部长45厘米，坡面长60厘米，尖端基底厚15厘米(图13·9)。此垫表面作成沟状以符合上肢的外形。每隔两周重复一次肢体的测量，每天应用特制挤压泵（家庭用 Flowtron 型） 3～6小时，以进一步减少肢体的体积。根据最近的观察，建议在睡觉时用挤压泵，在白天用绷带可能收到更好效果。挤压泵在决定手术后就开始使用，而且无限制的连续应用。经过反复测量及排水体积测定发现肢体肿胀已趋稳定后，可收患者入院，48小时后手术。

手 术 技 术

麻醉开始以前，在淋巴管原来作造影的切口上方与内上髁下方，注入1毫升专利兰，继之通过按摩使染料流向预定切口的部位。如果颈部或腋窝无过多的瘢痕组织，可用臂

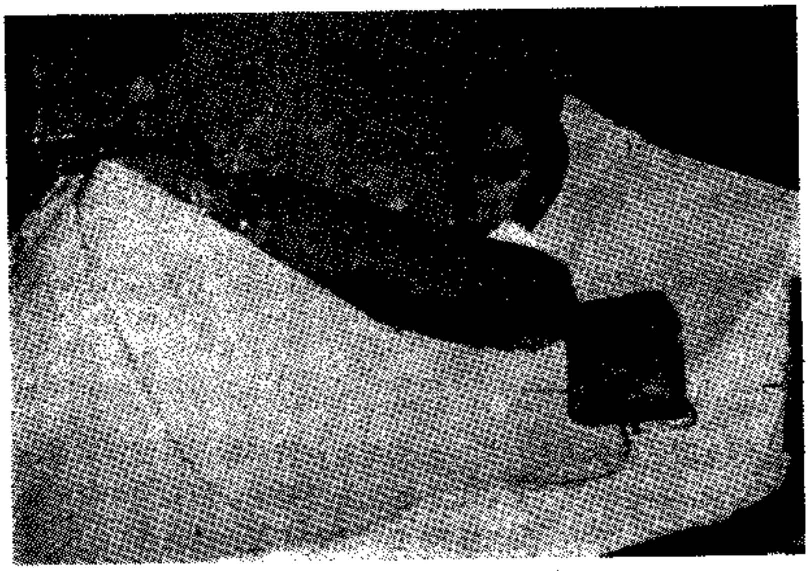


图 13·9 "Flowtron" 型家庭用挤压泵，与放在大的橡胶海绵楔形垫上的手臂，楔形垫的基底部位厚45厘米，而不象图中所见带尖者

从阻滞麻醉，再加静脉麻醉。放留置尿管可以减轻患者的烦躁不安。

不用止血带。臂部放在手部手术台上，外展接近90°，与外旋位，用一块折好的消毒巾放在臂内侧帮助外旋。在仔细检查前后位与侧位淋巴管造影相片后做切口。阻塞的淋巴管一般集中在上臂内侧，有时在肘内侧。先在肘部继之在上臂找到静脉与阻塞的淋巴管。有时只侵犯一个部位。在粗大的上臂不容易找到淋巴管与血管，必须在神经血管束上面的皮下组织中重点寻找。做5到6厘米长的横切口，有时为了需要较多的暴露可做纵形延长。切口加深到真皮下时要特别小心，因为染色的淋巴管的位置往往很浅表。淋巴管一般染成浅绿色，但有时染色不够。用2号珠宝镊与小的钝头剪刀进行剥离。寻找淋巴管有时需要花费很多时间，这是在4倍的放大镜下进行的。在吻合开始前要探查所有淋巴管及静脉。要找到一个大小合适的静脉，特别是在上臂增厚的皮下组织内，可能比较困难。要在手术显微镜下检查所有血管及淋巴管并游离到足够的长度再切断。手术中有少量淋巴液渗出，术中应给抗菌素。有一次在蜂窝组织炎消退后一周时进行了手术，发现手术要困难的多，因为淋巴管壁较厚，不柔软也不容易缝合。淋巴管经常是弯曲的，而且容易发生痉挛，有时需给1.2%罂粟碱使之缓解，如果在使它安静5到10分钟后，染料可在淋巴管内再次出现。淋巴管有时在小动脉与神经上面与之并行，因为淋巴管很细往往不易发现。

淋巴静脉吻合技术，根据动物实验的描述进行。有时在其他水平另外注射一些染料。以便发现更多的淋巴管。染料向全身扩散并通过尿中和胃液排出。吻合应在无张力下进行。吻合数由1到7个不等，平均为4.3个，在上臂3.3个，在肘部为1个。有时在主要伤口的深肌膜下能找到畅通的深部淋巴管，并可进行吻合。淋巴管直径约0.5毫米，缝合针数由3针到8针不等，用19微米镀金属尼龙微细缝合线。缝线与针不能大于上述规格，因为淋巴管壁薄，容易撕裂。

在放松夹在静脉上小型钳力柔和的钳子与按摩肢体时，能看到染色的淋巴液流过吻

合口。下肢的淋巴管比上肢的粗，淋巴液流动慢，染色少。

手术所需时间一般在5到10小时左右，但是在不断地缩短。因手术部位浅，失血少，因此不需要输血。

手术后处理

连续使用抗菌素，大剂量青霉素每6小时200万单位，同时每6小时应用氨基苄青霉素1克。手术后立刻抬高患肢。应用挤压泵每天约6小时，手术后第一天开始，由患者无限期地使用下去。在术后第一周拆线后，全部测量重复一次，然后出院。因伤口有出现血肿的危险，不建议使用抗凝剂。

患者回家后每晚抬高患肢。为了避免损伤吻合部，手术后不作淋巴管造影术。有些患者要穿袜套或用绷带(弹性绷带)。有证据表明，绷带的应用，在手术后处理中占有重要地位。

结　　果

31例做了充分的研究。10例(约33%)因淋巴管不良不能做造影，放弃了显微淋巴外科手术，或经过造影，在前臂中部以上没有合适的淋巴管能做吻合。21例做了显微淋巴外科手术。年龄由45岁到65岁。随诊时间3个月到20个月(图13·10，13·11)。尚

表13·5

阻塞性淋巴水肿	
例数	31
显微淋巴静脉吻合手术	21
切除软组织（淋巴管距静脉过远）	10

无长期随诊的结果。19例是乳腺癌治疗后(18例乳腺癌根治切除术后，1例是扩大的单纯乳腺切除术后)。2例是治疗恶性黑色素瘤，在腋窝与腹股沟做了淋巴腺剥离(表13·5、13·6)。31例全部做过根治手术，30例做过放射治疗。未做显微外科的病例，施行了一次切除上肢软组织的手术，去掉了占肢体周径75%的脂肪与筋膜。手术切口在整个上肢的中内侧，包括手部，虽然手术开始时在止血带下进行，但每例均需要输血。这样手术也

表13·6　21例病人显微淋巴外科手术后分析

乳腺根治术后	19
腋窝淋巴腺剥离（黑色素瘤）	1
腹股沟淋巴腺剥离（黑色素瘤）	1
总数	21
水肿时间 1到21年	
随诊　3到15个月	
吻合数目：最多	7个
最少	1个
平均	3.8个（肘上3个、肘部0.8个）



图 13·10 A．乳腺根治术与放射治疗后6年，左上臂阻塞性淋巴水肿 B．淋巴管造影，显示肘部淋巴管阻塞 C．肘窝处伤口内可见弯曲的染色的淋巴管 D．两条畅通的淋巴管静脉吻合，淋巴管在右侧 E．在肘部进行4条淋巴管静脉吻合后一个月时，能见到皮肤松弛但有弹性 F．显微淋巴手术后6个月时，可见左上臂体积明显减少，左手第四指现已可戴戒指

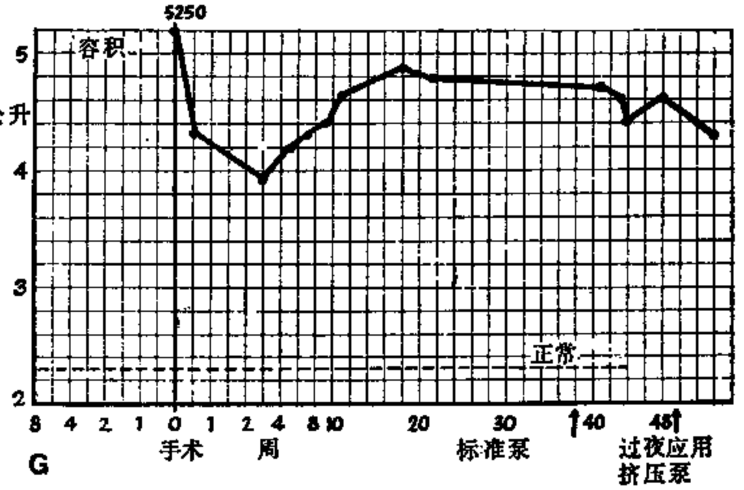


图 13·10 G．患侧与健側排水体积的比较表明在显微淋巴管手术后，体积明显减小，在天气较热及肢体下垂时，肢体体积增加，每天应用挤压泵后立刻有改善。体积继续减小

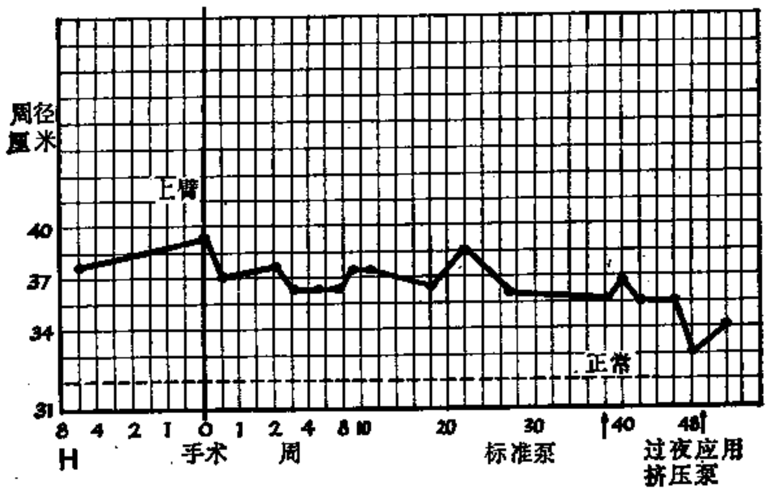


图 13·10 H．腋咀以上 15 厘米处周径的测量。其变化与体积记录表格上所见到的相似

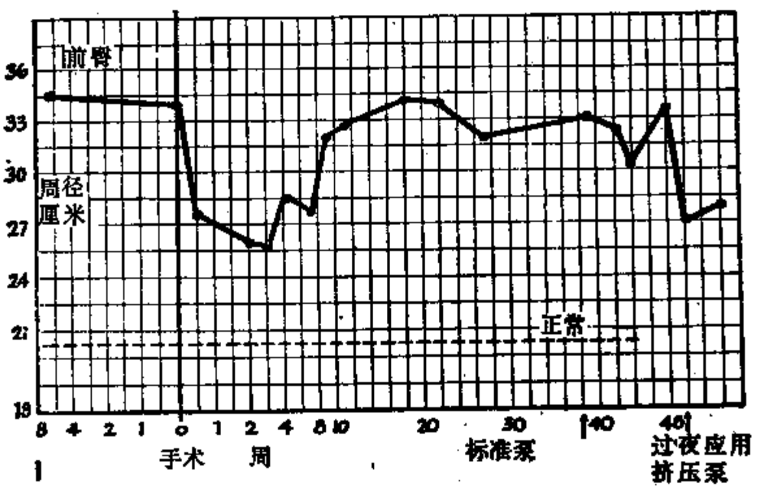


图 13·10 I．腋咀以下 15 厘米处前臂周径的测量。测量的体积的变化及改善情况，与上臂测量时相似

取得一定的效果，但肢体不象显微手术后那样柔软与具有正常的外形，而且还形成瘢痕组织。此外，住院时间长，愈合慢，手及腕部体积的减少也不充分，而且经抬高和挤压后，肢体的引流也较行吻合者为差。

在 76% 的病人中，经显微淋巴管静脉吻合术后，肢体过多的体积都减少了 44%（平均减少 590 毫升）。在其余 24% 的病人中，体积的减少小于 10%。一旦淋巴静脉交通建立起来，经过抬高患肢与使用挤压泵，引流更容易实现。在早期的患者，由于不了解淋巴静脉交通后的结果，没有使用上述辅助治疗，现在已很明显，单纯靠吻合术仍达不到充分引流，术后还需要无限期地应用辅助疗法（图 13·12）。如果肢体的大小最终能降到接近正常的水平，而且证实淋巴管及静脉瓣膜系统有足够的功能，则可逐渐减少辅助疗法。

患者主观感觉较为舒适，臂部重量减轻，变软，衣服容易合身。臂部变细，且发硬的现象消失。

客观测量表明，几乎全部肢体的周径减少1到7厘米，然而由于随诊与制定常规检查的时间太短，因此不提出肯定的客观数据。

本组病例中水肿的时间为6个月到21年。但即使水肿时间很短，淋巴管也会受到严

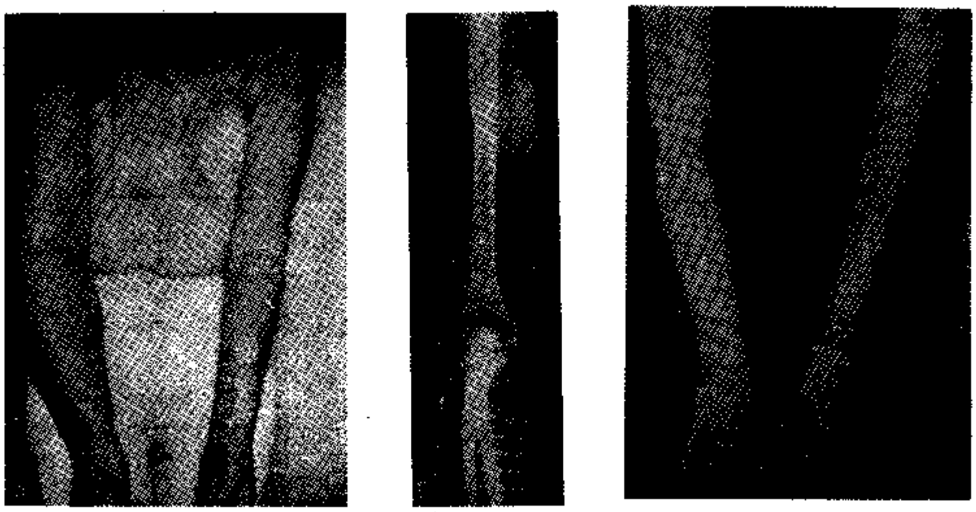


图13·11 A．双侧乳腺根治术，右上臂淋巴水肿已5年 B．同一病人的淋巴管造影，在上臂中部内侧及内上髁附近各施行了三条淋巴管静脉吻合 C．在多处淋巴静脉吻合后5个月，右上臂体积明显减小

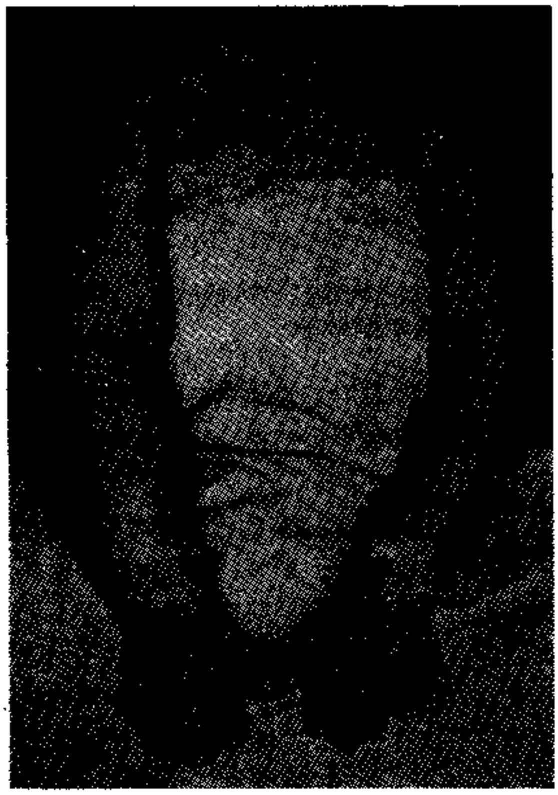


图13·12A 数年前曾行过乳腺根治术与放射治疗，其后发生明显的阻塞性淋巴水肿

重的破坏。取得手术成功最好的时机是在临床上一出现水肿就立刻进行治疗。甚至水肿刚出现时，淋巴管即已不正常。除此之外，水肿时间的长短与手术效果的好坏没有其他相互关系。因为目前还没有准确判断肢体淋巴引流的方法，也没有任何可靠的放射性物质清除试验。主观的与客观的测量，仍然是最好的判断方法。可以认为在吻合部近侧的静脉系统有静脉瓣，但在长期阻塞后，淋巴系统的瓣膜可能受到破坏或失去作用。到目前为止，只有一例在手术后发生蜂窝组织炎，比手术前的发病率低。

如果造影发现在肘关节部或以上有两个或更多的淋巴管阻塞，可以应用显微淋巴外

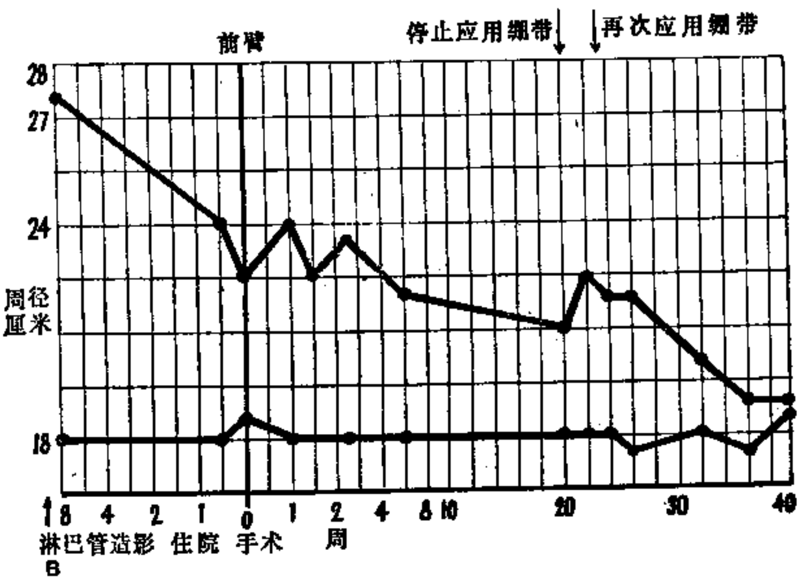


图 13·12 B　显微淋巴手术后，肢体体积不断下降，手术后早期即开始使用绷带，停用绷带后肿胀有些增加，恢复使用绷带后体积又下降

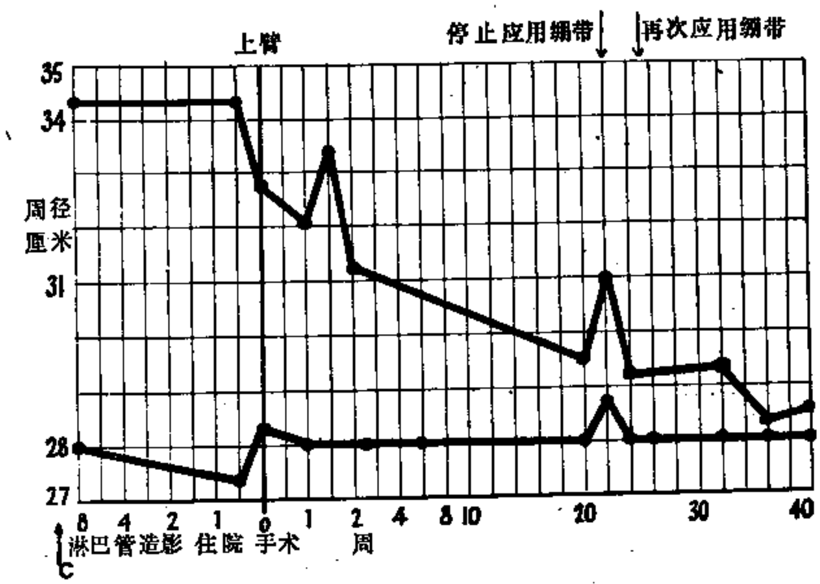


图 13·12C　在鹰咀以上 15 厘米处的测量，能看到同样的变化

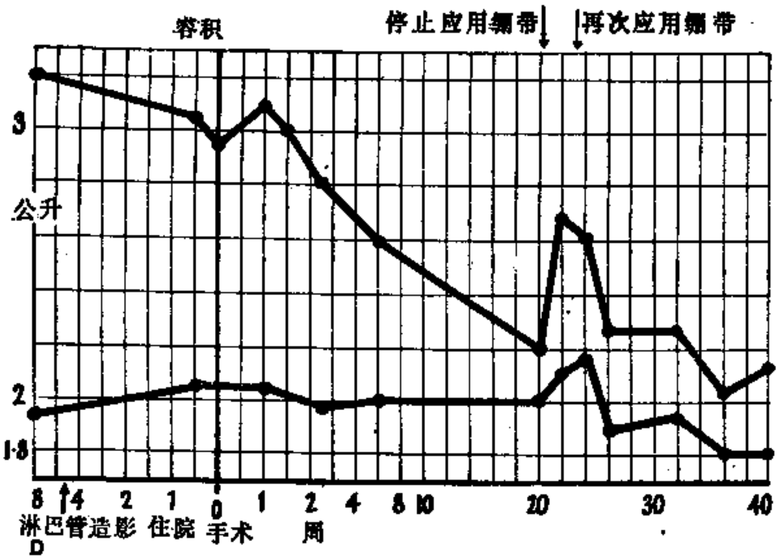


图 13·12D　同一患者在鹰咀以下 15 厘米处前臂的测量结果。能看到同样的变化，包括对使用绷带的反应

科。手术前臂部的体积必须少于 5 公升，如果超过这个水平，表明前臂下部的淋巴管已经阻塞，需要施行减少体积的方法。这可用手术方法引流下部阻塞的淋巴管到深部静脉系统，并通过手术切除这个水平以上的浅层组织。到目前为止尚未发现手术最终效果与腋静脉栓塞以及与吻合的数目有何相互关系。

淋巴结静脉吻合术

有人报导，将淋巴结断面与主要的静脉吻合后，可以减少原发性或继发性淋巴水肿。由于淋巴管造影以后可以增加水肿，促使 Clodius（1975）提出对原发性水肿不用这种研究方法，而是采用保守疗法与放大镜下做腹股沟部或腋部尽可能多的淋巴结分流的手术相结合的方法。切口沿淋巴结囊的输出方面，挖出内含的淋巴腺，保留囊与输入淋巴管。行侧-侧吻合，将囊缝合到附近纵形切开的静脉上，吻合前此处静脉用两个柔和的钳子夹住，进行排空。吻合时应用 6-0 尼龙线做连续缝合可收到满意的效果。这种方法的远期疗效尚有待观察。腘窝部的淋巴结与附近静脉吻合的可能性，值得考虑。

臂丛神经炎

在“乳腺切除术后臂部综合征”中，最使病人苦恼的是臂丛神经炎。这是由于臂丛受到放射治疗后引起的神经内部的纤维组织增生所致(Stoll 与 Andrews 1966)。这些作者检查了 117 例在乳腺根治术后进行了放射治疗的妇女。这些患者分为两组，第一组接受了 5775 拉德（放射线剂量单位——译者），臂丛神经炎的发病率为 15%（84 例中有 13 例）。第二组 33 名患者，接受了 6300 拉德，24 例（37%）发生臂丛神经炎。在放射治疗后 3 到 30 天时出现症状。有两例作了尸检，1 例大剂量放射治疗后 27 个月发生了严重的神经系统障碍。肉眼检查发现臂丛神经周围有明显的纤维化，在这个区域内，有不同程度神经内纤维化与脱髓鞘变化。在纤维组织增生的远侧，有广泛的脱髓鞘与萎缩。第二例尸检是接受小剂量放射治疗后 12 个月。肉眼检查发现在腋部有明显的纤维化。但在镜

下检查未见异常。

臂丛神经炎的麻痹是进行性的，有些患者合并有严重的疼痛，侵犯到全臂包括手部在内。由不能写字开始发现肌肉无力，逐渐手变为残废，继之发展到腕、肘运动的减弱，甚至臂部变为无用。在此种情况下先治疗哪一方面，要根据哪部分症状突出。如果疼痛严重，建议做臂丛手术，然后如果水肿严重，而且在肘关节或肘以上淋巴管造影发现有淋巴管阻塞，则可行显微淋巴手术，否则建议切除软组织以减少上肢体积。

记录腕部脉搏，全部肌力检查记录，由理疗医师完成。手术前拍颈部X线相，由神经科医师进行检查并决定上臂的症状是否由于颈椎或椎间盘的损害所引起。

手术技术

由于以前接受过放射治疗，颈部与腋下的皮肤往往质量不好，做一个弯度较小的S型皮肤切口，由颈部开始经锁骨到上臂，翻起小皮瓣，由下方开始小心分离胸肌的剩余瘢痕。这种瘢痕引起腋管综合征（Axillary tunnel syndrome），压迫臂丛神经。需进行臂丛神经外部松解，由腋动脉侧方进入，腋动脉可能因扭曲而移位（图13·13）。不需暴露腋静脉。将前丛与外部瘢痕分开。避免神经间松解，因为可能影响血液供应与引起臂部运动丧失。臂丛神经游离以后，需要有正常血液供应的组织围绕。Clodius (1974) 曾报告，移植大网膜盖住臂丛，将胃网膜血管在下方与臂部血管行端-端吻合，以恢复大网



图13·13　A．数年前患者接受大剂量放射治疗后发生臂丛神经炎。在进行臂丛松解术能见到腋动脉有移位



图13·13　B．同一患者6个月后，做了游离腹股沟皮瓣移植，盖在臂丛神经上。皮瓣的动、静脉与甲状腺上动脉的分枝及颜面总静脉的分枝吻合。皮瓣成活，剧烈的臂丛疼痛完全消失

膜的血运。他的4名患者，臂部运动均有进步，同时疼痛也有一定程度的减轻。经过放射治疗的皮肤愈合较慢。本书著者与其同事，切除了经过放射治疗的皮肤，在切断胸锁乳头肌后，用显微外科方法将游离腹股沟皮瓣移植在臂丛神经表面，与未受到放射治疗部位的上颈部血管，例如上甲状腺动脉行吻合，以恢复皮瓣的血运。这种方法不仅可提供臂丛神经的营养，并且可以修复皮肤缺损与促进愈合。有3名患者手术后疼痛完全消失，但到目前运动力量尚无恢复。这种方法尚需进一步研究，但可使运动无力的情况不致发展。如能达到此点，则日后再行肌腱移位，可能改进手部力量。

结论

显微淋巴外科在继发性淋巴水肿的治疗中有一定的用途。在寄生虫病，如丝虫病时腹股沟部附近的淋巴管阻塞，可以与静脉吻合。这些显微淋巴外科技术，可用于因外伤或先天性束带造成的上下肢或局限的阻塞性淋巴水肿。

（崔甲荣　陈加尔）

参考资料

Baxter, Thelma J., Henderson, N., O'Brien, B. McC. & Bennett, R. C. (1972) The histopathology of small vessels following microvascular repair. British Journal of Surgery, 59, 617-22.

Burn, J. I., Rivero, O. R., Pentecost, B. L. & Calnan, J. S. (1966) Lymphographic appearances following lympjatic obstruction in the dog. British Journal of Surgery, 53, 634-8.

Calderon, G., Roberts, B. & Johnson, L. L. (1976) Experimental approach to the surgical creation of lymphatic-venous communications. Surgery, 61, 122-8.

Calnan, J. S. & Pentecost, B. L. (1966) Lymphodedma. In Modern Trends in Surgery, ed. Irvine, W. T. Vol. II. London: Butterworth.

Calnan, J. S., Reis, N. D., Rivero, O. R., Copenhagen, H. J. & Mercurius Taylor, L. (1976) Natural history of lmyph node to vein anastomoses. British Journal of Plastic Surgery, 20, 134-45.

Clark, E. R. & Clark, E. L. (1932) Observations on the new growth of lymphatic vessels as seen in transparent chambers introduced into the rabbit's ear. American Journal of Anatomy, 51, 49-87.

Clodius, L. (1974) Symposium on Microsurgery, New York.

Clodius, L. (1975) Personal communication.

Clodius, L. & Wirth, W. (1974) A new experimental model for chronic lymphoedema of the extremities (with clinical considerations). Chirurgia Plastica (Berl) 2, 115 ff.

Cockett, A. T. K. & Goodwin, W. E. (1962) Chyluria: Attempted surgical treatment by lymphatic-venous anastomosis. Journal of Urology, 88, 566-8.

Danese, C., Georgalas-Bertakis, M. & Morales, L. (1968) A model of chronic postsurgical lymphoedema in dogs limbs. Surgery, 64, 814-20.

Degni, M. (1975) Personal communication.

Dobson, J. (1969) In John Hunter, pp. 311. Edinburgh & London: E & S Livingstone.

Drinker, C. K. (1942) The Lymphatic System. Stanford University, California: Stanford

University Press.
Edwards, J. M. & Kinmonth, J. B. (1969) Lymphovenous shunts in man. British Journal of Surgery. 56, 699.
Firica, A., Ray, A. & Murat, J. (1969) Les anastomoses Lymphoveineuses etude experimentale. Lyon Chirurgical, 65, 384-9.
Gilbert, A., O'Brien, B. McC., Vorrath, J. W., Sykes, P. J. & Baxter, Thelma J. (1976) Lymphaticovenous anastomosis by microvascular technique. British Journal of Plastic Surgery. In press.
Handley, W. S. (1908) Lymphangioplasty. Lancet, I, 783-5.
Kinmonth, J. B. (1972) The lymphatics: Diseases, Lympography and Surgery. Baltimore: Williams & Wilkins.
Laine, J. B. & Howard, J. M. (1963) Experimental lymphaticovenous anastomosis. Surgical Forum, 14, 111-2.
Neyazaki, T., Kupic, E. A., Marshall, W. H. & Abram, H. L. (1965) Collateral lymphaticovenous communications after experimental obstruction of the thoracic duct. Radiology, 85, 423-32.
Nielubowicz, J. & Olszewski, W. (1968) Surgical lymphaticovenous shunts in patients with secondary lymphoedema. British Journal of Surgery, 55, 440-2.
Ohara, I. & Taneichi, N. (1973) Lymphaticovenous anastomosis in a case with primary lymphoedema tarda. Angiology, 24, 668-74.
Pentecost, B. L., Burn, J. I., Davies, A. J. & Calnan, J. S. (1966) A quantitative study of lymphovenous communications in the dog. British Journal of Surgery, 53, 630-4.
Politowski, M., Bartkowshi, S. & Dynowshi, J. (1969) Treatment of lymphoedema of the limbs by lymphatic-venous fistula. Surgery, 66, 639-43.
Rivero, O. R., Calnan, J. S., Reis, N. D. & Mercurius Taylor, L. (1967) Experimental peripheral lymphovenous communications. British Journal of Plastic Surgery, 20, 124-33.
Rouviere, H. & Valette, G (1973) Physiologie du Systeme Lymphatique. Paris: Masson.
Rusznyak, I., Foldi, M. & Szabo, G. (1967) Lymphatics and Lymph Circulation. London: Pergamon Press.
Sedlacek, J. (1969) Lymphovenous shunt as supplementary treatment of elephantiasis of lower limbs. Acta Chirurgia Plastica, 11, 157-62.
Stoll, B. A. & Andrew, J. T. (1966) Radiation-induced peripheral neuropathy. British Medical Journal, i, 834-7.
Stone, E. J. & Hugo, N. E. (1972) Lymphoedema. Surgery, Gynaecology and Obstetrics, 135, 625-31.
Threefoot, S. A. & Kossover, M. F. (1966) Lymphaticovenous communication in man. Archives of Internal Medicine, 117, 213-23.
Yamada, Y., (1969) Studies on lymphatic venous anastomosis in lymphoedema. Nagoya Journal of Medical Science, 32, 1-21.

14. 带血管蒂游离骨移植与关节移植

带血管蒂游离骨移植

带血管蒂游离骨移植是指将一段骨骼完全切断后一期移至它处，应用小血管吻合的方法以保持其成活。一般的游离骨移植，不同于带血管蒂之游离骨移植，它没有完好的血液供应，重建血运很困难，大部分骨细胞死亡，致使植骨有显著的再吸收。有些位于植骨表面的骨细胞由周围组织液供给营养而生存，保持着成骨的功能。

在实验中，应用小血管吻合的方法成功地移植了肋骨及腓骨。在临床上，带血管蒂的肋骨和腓骨也有一些成功的报导，最近有用腹股沟皮瓣连同一段髂骨嵴（O'Brien, 1976）以及用肋骨近端及其覆盖的皮肤进行游离移植的病例（Buncke, 1975）。

实验研究

带血管蒂游离肋骨移植　用带血管蒂的肋骨游离移植方法修复狗的下颌骨缺损（Ostrup 和 Fredrickson, 1974; McCullough 和 Fredrickson, 1973）。用第 9 肋骨之近端连同其附近的肋间肌和胸膜。以后肋间血管和舌血管吻合，10 例中 8 例成功。对照组没有进行血管吻合，6 例中仅有 1 例得以成活。结果均经过临床、尸检、X-线相、病理和骨扫描的检查。所有移植的肋骨都经过灌洗，这一步骤对其它复合组织移植并无必要。

McKee（1975）在 60 年代后期在带血管蒂游离骨移植实验中做了大量研究工作，但至今尚未发表。

在狗以带血管蒂的肋骨游离移植代替桡骨是切实可行的（Hayhurst, 1974）。肋骨塑型很好，近似正常的桡骨。经过动脉造影证实小血管吻合是通畅的。

带血管蒂游离胫骨移植　用狗的大段胫骨原位移植，吻合胫前血管（Haw 等, 1976）。

由于狗的营养腓骨的血管变异较大，因此作为供应植骨的来源是不理想的。

手术步骤（图 14·1）　用中等大小的狗，静脉内注射戊巴比妥钠、剃去骨盆及肢体皮肤的毛，用碘酒消毒。整个过程严格遵守无菌操作。切口从腓骨头开始，经过胫骨结节外侧，向下沿胫骨之皮下缘直至隐静脉交叉处。将胫头肌（相当于人之胫前肌）近端自骨起点处切断，再切断伸趾长肌肌腱则暴露更容易。然后把整个肌肉牵向外侧，用牵引线保持位置，以便显露深部组织。胫头动脉及其伴行静脉位于伸趾长肌表面。大多数例子（约 80%）此动脉在胫骨结节水平发出营养血管的分枝，并有伴行的营养静脉。其它 20%的例子，营养动脉发自胫尾动脉，在胫骨后方，位于屈拇长肌之深面。此处营养静脉回流到与胫头动脉伴行之静脉。在显微镜下，将血管自屈拇长肌深面仔细剥离。如果营养动脉发自胫头动脉，则其所有动脉的分枝及伴行静脉的属枝用双极电凝器切断，而保护接近肌肉近端的动脉分枝及静脉属枝。在营养动脉分枝的远端和营养静脉入口远端的动脉及静脉结扎后切断。这样并不损伤肌肉的血液供应，因为有足够的侧枝循环。如果长营养动脉发自胫尾动脉，仍按上述方法处理静脉。而胫头动脉的许多分枝不必处理，但需有一分枝在胫骨移植后与营养动脉吻合以重建其血运。用六孔 Bagby 型加压钢

板弯成与胫骨外侧缘相似的弧度。设计好所需钻孔的位置，使内固定坚固并能产生压力。仔细保护营养血管，截断4.5厘米段的胫骨，远断端在营养血管进入处下2厘米处。屈踇长肌完全剥离，从截断骨断端的出血可以证实骨髓腔血循环的存在。用弹性较小的止血夹阻断血运，然后切断血管，骨即完全游离。如果长营养动脉发自胫尾动脉，则尽可能在其近端用电凝器灼后切断。然后又将游离胫骨置回原处，用钢板螺丝钉使之达到坚固的固定，在段截骨和邻近正常骨各钻一小孔，这可证明前者无髓腔内血循环。胫头静脉用BV 2缝针及10-0单丝尼龙线缝合，然后吻合胫头动脉。如果营养动脉发自胫尾动脉，则将其与胫头动脉一个合适的分枝吻合，用19微米镀金属的尼龙针线。血运的重建可以从原来所钻之小骨孔和骨端观察到搏动性出血。仔细止血后，用铬肠线将肌肉缝回胫骨起点原处，并缝合伸趾长肌腱。深筋膜不缝合，肌肉和骨膜缝合以保证钢板埋



图 14·1A　剥离狗之一段胫骨及其营养血管



图 14·1B　带血管蒂之一段胫骨已完全游离，血管蒂然后切断



图 14·1C　将完全截断的胫骨置回原位，用金属接骨板固定。在截骨的右侧，即在尚未重建血运的胫骨上可见一骨孔



图 14·1D　营养骨块的血管已经吻合



图 14·1E　在截骨处的右侧，骨块上的孔已充满血液，证明骨块已重建血运

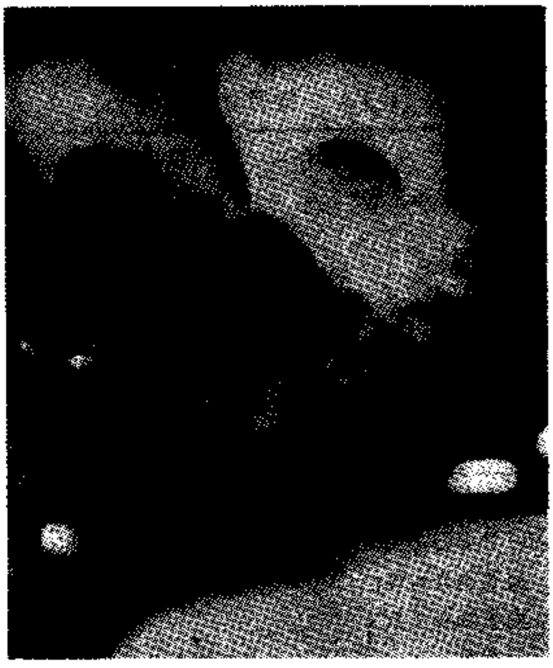


图 14·1F　将止血夹夹住营养血管后，血液立即停止从骨块之孔内涌出

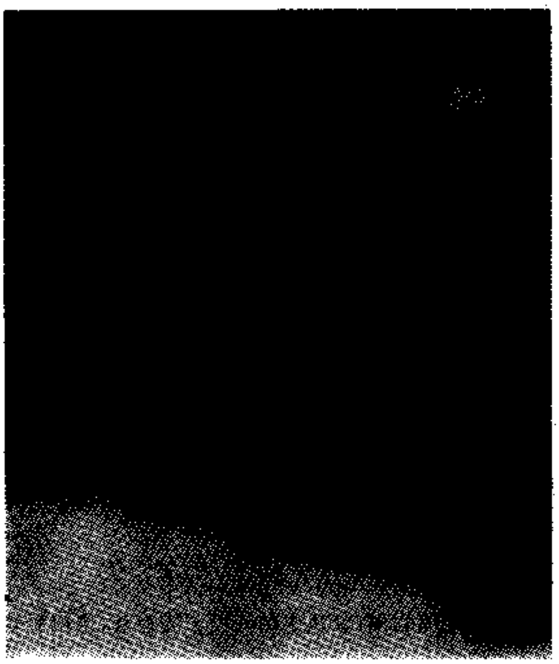


图 14·1G 松开止血夹，血液重新从右侧骨块孔处流出

在肌肉下面。闭合伤口后，肢体用带衬垫之石膏固定到伤口完全愈合，需时2周。术后每日给抗菌素，共5天。

结果 其结果和未吻合血管的植骨块用X-线拍片及骨扫描相对比（图14·2A），显示出愈合快，愈合率高（表14·1）。带血管蒂的植骨血管吻合成功或失败者以及对照组及

表 14·1A 狗胫骨移植结果

	只数	6周愈合		12周愈合		16周愈合		感染
		近端	远端	近端	远端	近端	远端	
血管吻合通畅	10	4	7	9	10	10	10	0
血管吻合失败	5	0	1	3	2	4	4	1
对照（未吻合血管）	8	0	0	2	3	5	4	4

表 14·1B

血管吻合通畅率	71.4%
12周时骨愈合之百分率	
血管吻合通畅	95%
血管吻合失败 对照组	20%
感染率	
血管吻合通畅	10%
血管吻合失败	25%
对照组	57%

感染的植骨块均做组织学检查（图 14·2）。在成功的植骨内，充满成活成骨细胞的骨陷窝所占百分比最高。但由于骨组织学检查结果变化甚大，这种方法并不是判断营养动脉是否通畅的可靠指标（表 14·2）。在所有的例子中，邻近的正常骨内，70％的陷窝内充满成活的成骨细胞。有血管的哈佛氏系统计数对植骨块是否重建血运不是可靠的指标，因为在制备标本过程中血管可能从哈佛氏管内消失。

用长度相似的胫骨行吻合及不吻合小血管的同种异体移植，不论是否应用抑制免疫的治疗，均未获得成功。

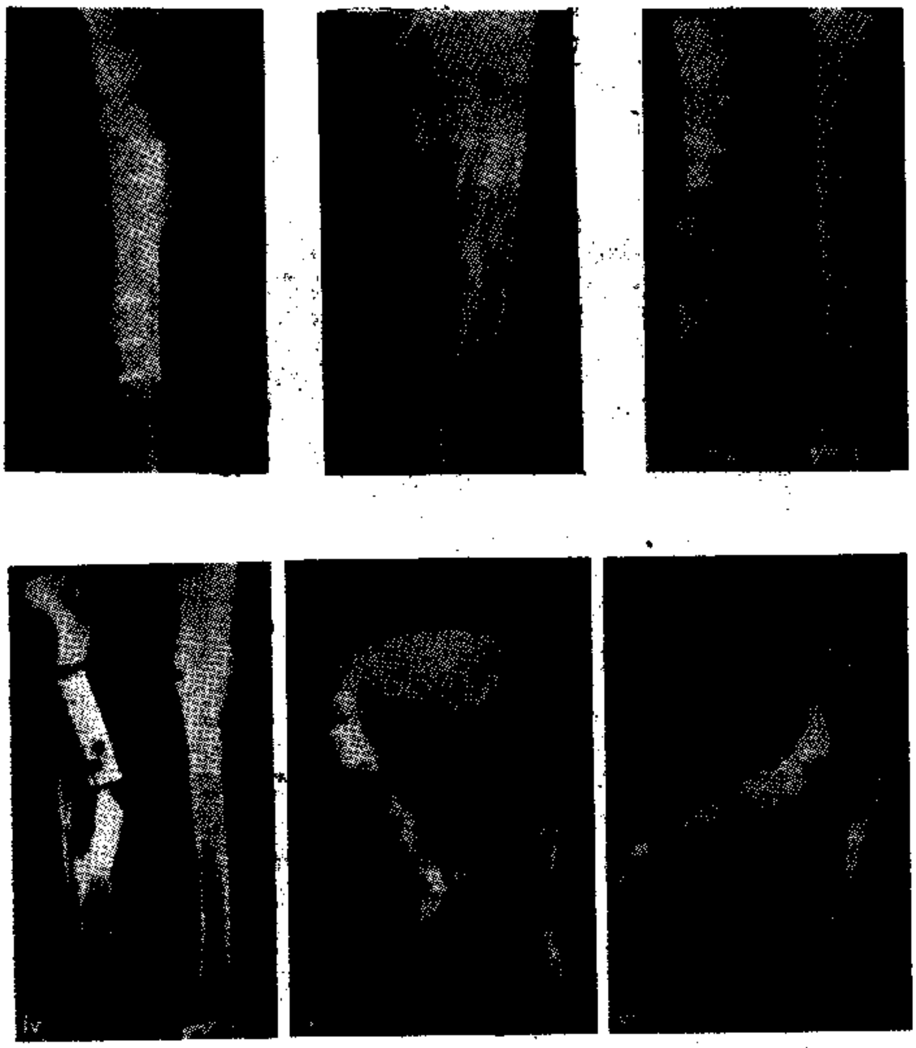


图 14·2A　(i) 一段带血管蒂的胫骨原位移植，6 周后骨痂生长较正常丰富。(ii) 左胫骨动脉造影显示营养血管通畅。(iii) 右侧植骨重建血运 5 个月后，接骨板取除。左侧未吻合血管为对照，3 个月后，可见有些骨吸收。(iv) 右侧重建血运的骨块，5 个月骨已愈合。左侧为对照，感染骨未愈合。(v) 左侧胫骨原位移植，术后三周，血管吻合失败。腓骨显影位于后侧。在缺血骨段的两侧有反应性缺血表现。(vi) 用锝的多磷酸盐进行骨扫描。左胫植骨块一个月后，血管吻合失败。可见一条阴影缺损处。右侧植骨块术后 4 个月，明显证实植骨重建血运



图 14·2 B(i) 正常狗胫骨切片（HE染色）



图 14·2 B(ii) 狗胫骨带血管蒂移植，血管通畅，术后12周。实质上所有陷窝内都填充有活力的成骨细胞（HE 染色）

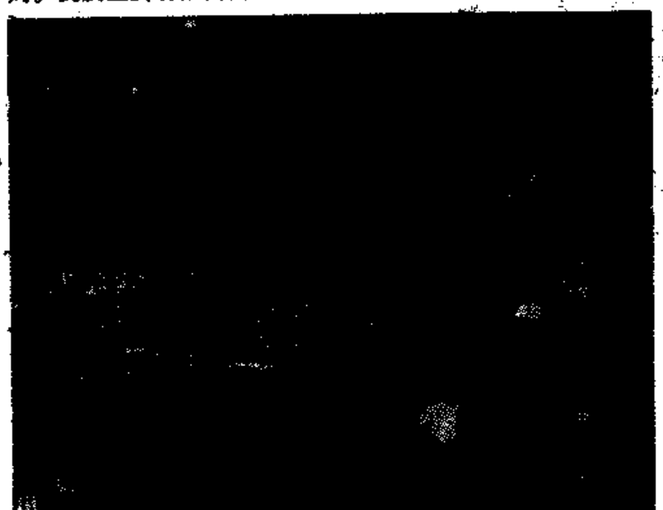


图 14·2 B(iii) 狗带血管蒂胫骨移植，血管吻合失败，术后12周，陷窝内未见有活力的成骨细胞（HE染色）



图 14·2 ·B (iv) 游离狗胫骨移植，未吻合血管，术后12周，陷窝内未见有活力的成骨细胞 (HE染色)



图 14·2　B (v) 游离狗胫骨移植，未行血管吻合，发生感染，术后12周。陷窝内无有活动之成骨细胞 (HE染色)

表 14·2　组织学检查结果

	例数	组织学检查例数	术后12/52周检查陷窝内有活力成骨细胞的百分比
			幅度
血管吻合通畅之植骨块	10	7	55% (0～100%)
血管吻合失败之植骨块	5	3	28% (0～80%)
对照组	8	5	5% (0～25%)
感染	6	4	2.5% (0～10%)

临床应用

带血管蒂游离肋骨移植　McKee（1975）未发表的研究工作开始于1970年，用第六及第七肋骨及供应骨营养的内乳血管和其前肋间分枝，修复下颌部分缺损，其中包括缺损½者（图14·3）。保留肋骨周围的软组织以及来自内乳动脉的其他小分枝，以修复因颈部组织清扫术后遗留下的凹陷外形。经前方切口，将选择要切取的肋骨从胸肋软骨处自软骨膜下切除，避免损伤胸膜。切取足够长度的肋骨，连同其骨膜，周围附着的肌



图 14·3A　带内乳血管蒂的第5肋骨前部分



图 14·3B　肋骨远断端出血，准备修复下颌骨

肉，在肋骨的下缘仔细保护好肋间血管。内乳动静脉的蒂较长，可以吻合到对侧颈部，通常应用面动静脉。

切取的肋骨均经过灌注。由于进行过双侧颈部组织切除，有时在寻找接受肋骨植骨的血管会遇到困难，尤其是往往找不到合适的静脉。

McKee 做了 11 例这种手术，其中 9 例成活。与不吻合血管的游离肋骨相比，手术后固定的时间从三个月缩短到 6 周。有两个失败的病例，在术后早期，植骨块即从伤口内突出外露。

McKee 还用带血管蒂肋骨游离移植治疗二例胫骨不愈合。将肋骨沿长度剖开，以便暴露较多的松质骨与胫骨两端接触。内乳动静脉和胫前血管吻合，这种手术的远期效果还需进一步观察。

O'Brien 等（1976）建议应用第八和第九肋骨的后侧部分做为另一个带血管蒂肋骨游离移植的来源（图 14·4）。如果为了修复下颌骨则可选用对侧的肋骨。切口自后正中线 1 到 2 厘米处开始，直接位于所取肋骨之上，并沿肋骨方向至肋骨的中部。附着在第九肋的下后锯肌较少，而且覆盖其上的背阔肌也较第八肋要少。沿肋骨方向切开背阔肌，在此肌肉下进行剥离，可显露肋骨上方及下方的肋间隙。



图 14·4A　左侧第 9 肋骨之后部分，连同后肋间血管

在肋骨上部及内侧将肋间肌切断，避免误伤胸膜。部分下后锯肌也需要切断。在肋骨下方的间隙，切断肋间肌要紧贴下一肋骨的上缘，从外侧开始可避免伤及肋间血管。肋间血管在肋间肌的深面可以显露，紧贴在要切取肋骨下缘。在两处被切断的下后锯肌部分，不能再保留。此时可见骶脊肌之外侧缘，游离它并向内侧牵拉，使之尽量向内侧靠近脊柱。这便于切断肋骨肌残留的内侧部纤维，因此容易显露出肋间神经和血管，在此处肋骨弯向上方和神经血管间有一空隙。从肋骨上方和外侧开始，向下内方仔细剥离胸膜，可将肋间神经、血管及胸膜完全游离。切断肋骨尽量靠近近端，直至骶脊肌边缘。在该处切断肋骨，由于肋间血管与肋骨分开，因此不会误伤它们。而且该处肋骨和下颌骨的弧度也较相当。根据测量所需植骨的长度，在远端切断肋骨切断，同时带着肋间肌和神经、血管。在切取带肋间血管的肋骨时，可以不动肋间神经，尤其是肋骨切取较短

时。肋间神经与血管之间的距离变化较大，如果剥离有伤及血管的危险，则应连同神经一并切下。将切断的肋骨提起，尽量向近端钝性剥离胸膜，直至椎体。在近端切断肋间神经。在头灯照明下，继续游离血管，并观察肋骨远断端有无出血。尽量保留肋间动脉的长度，然后结扎切断。较长的血管蒂增加了移植时吻合血管的灵活性。

带血管蒂的腓骨游离移植　Ueba（1973）和 O'Brien（1973）同时发现可切取带血管蒂的腓骨做游离移植。血管蒂是腓血管及其营养腓骨的分枝。下面叙述的手术操作方法是著者和其同道通过25个尸体解剖研究制定的。可以切取较长一段的腓骨而不致影响该腿的稳定性。

手术操作　在胫骨颈部扪到围绕该处的腓总神经，绕过腓骨颈下后方做弧形切口，向下沿腓骨的皮下部分到跟腱处。在切口下方找到比目鱼肌和腓骨长肌，切开比目鱼肌和屈拇长肌之间的深筋膜。在下方，游离附着在腓骨的外侧边缘的深筋膜，在上方，剥离腓骨段比目鱼肌的起点。将比目鱼肌向内侧牵拉，在比目鱼肌近端的深面有腓血管的分枝必须切断。此时可显示出屈拇长肌，将它向外侧牵拉（图 14·5）。上述步骤在4倍放大镜帮助下仔细剥离。此时可显露以下组织：



图 14·5A　腓骨部分及附着于腓骨的屈拇长肌到比目鱼肌的血管分枝发自腓动脉

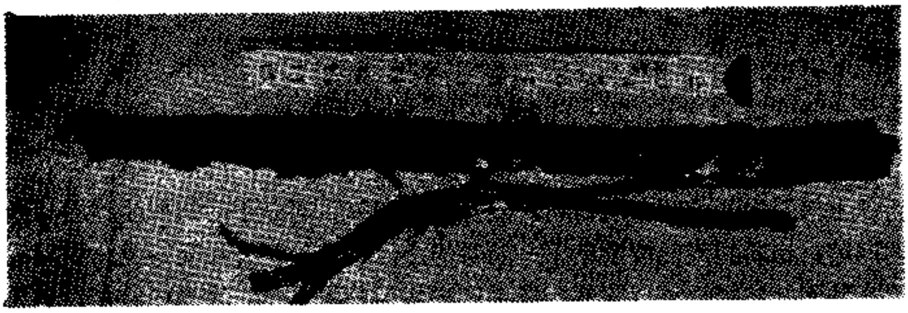


图 14·5B　进入腓骨的中央营养血管发自腓血管。在营养血管的远端及近端腓血管发出至骨膜的分枝

1．胫后神经和血管；

2．腓血管进入屈拇长肌之前的近端血管和已穿出肌肉之后的远端血管。

3．腓动脉发出营养动脉之起始处。

营养血管斜向下外进入腓骨，大约位于腓骨中部，并在腓骨表面有至骨膜的分枝（图 14·5）。

仔细分离进入屈踇长肌部分的腓动脉，并将肌肉从腓骨剥离。将腓骨长肌与腓骨短肌在腓骨外侧缘作锐性剥离，但需保留骨膜。根据要切取的长度，用线锯在营养动脉进入腓骨之上方及下方分别锯断。在上段避免损伤腓动脉和腓总神经，在上段和下段均应注意胫前血管。

把腓骨向后牵拉，游离其表面的伸趾长肌腱与伸踇长肌腱。在靠近腓骨处切断骨间膜，而注意不损伤骨膜。此时，截断的腓骨已大部游离，还有胫后肌附着在腓骨上。在直接观察腓动脉的情况下，向前旋转腓骨，并保持与腓动脉平行，在尽量接近腓骨处切断胫后肌的起点。腓骨只有血管相连，切断残留的屈踇长肌。检查腓骨两断面有无出血，将腓血管上下结扎切断。缝合伤口，应用吸引引流。

临床应用　1973 年 12 月 Ueba (1974) 用带血管蒂游离腓骨移植修复一个 11 岁男孩因神经纤维瘤病切除右侧⅓尺骨的病例。腓血管与尺动脉及皮下静脉吻合。近端迟缓愈合，远端不愈合，但 X-线检查却发现植骨已重新获得血运，未发生吸收和硬化。不过不能排除尺骨远端残留有神经纤维瘤的可能性。

有两个外伤后胫骨大块缺损的病例，骨科医生 B. J. Dooley 提出征求治疗的意见。基于上述尸体解剖，著者建议切取对侧腓骨移植，腓血管与胫血管吻合。此建议被采纳，这两个病例已经发表 (Taylor, Miller 和 Ham, 1975)。第一例植骨有慢性感染，结果不得不取出植骨块，最后导致截肢。第二例植骨愈合而且增粗。带血管的游离腓骨移植还应用到脊柱缺损 (O'Brien 等, 1976)。在 1974 年 12 月，对一个 10 岁的患先天性脊柱后凸畸形的女孩施行了这种手术。这种畸形如不治疗以后会引起截瘫。由骨科医生

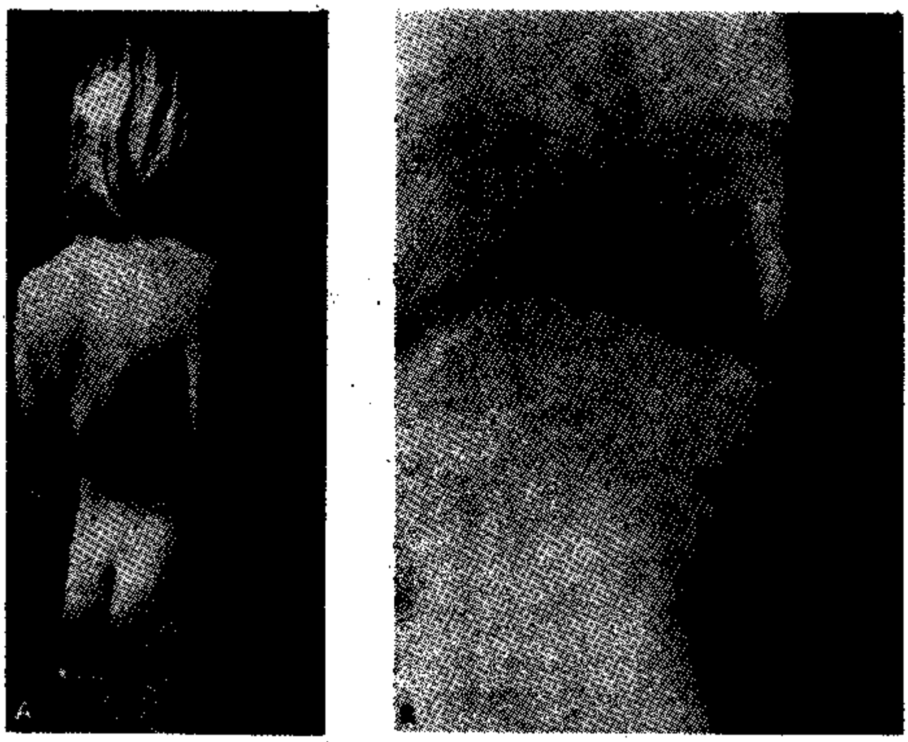


图 14·6　A. 胸腰段后凸畸形，年龄 10 岁
B. 侧位 X 线片显示脊柱明显后凸畸形



图 14·6C　游离带血管蒂之腓骨，长 6 厘米



图 14·6D　切除第 11 和第 12 胸椎后，以腓骨移植。用特殊设计的钢绵固定器。植骨块的腓动脉和后肋间动脉吻合，腓静脉和奇静脉属枝吻合

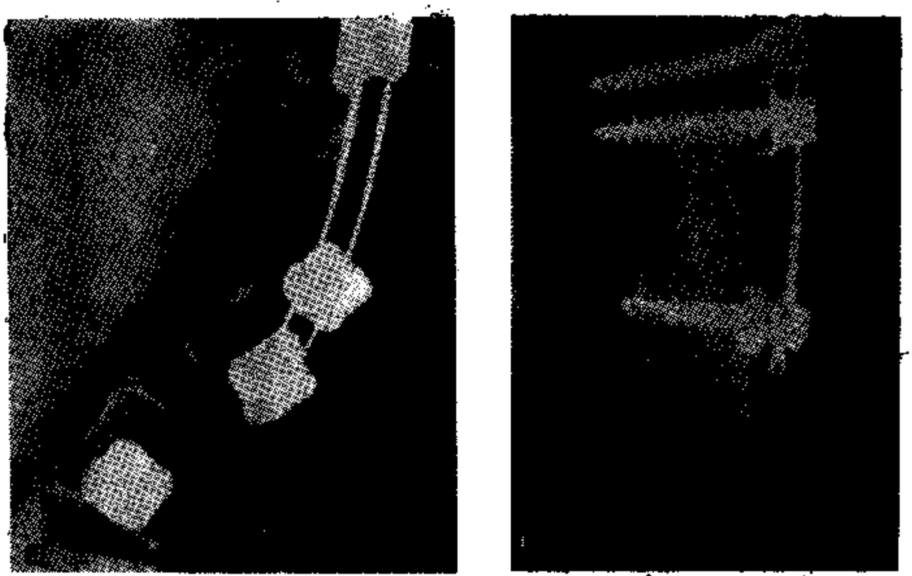


图 14·6 E. 腓骨移植术后6个月，可见明显的骨皮质和髓腔。任何时候均未见有植骨硬化。F. 植骨后5个月前后位

H. V. Crock 手术切除第11和第12胸椎。脊柱用 Crock, Pericic 和 Parel (1975) 设计的用克氏钢针和螺丝钉的固定器连接。切取6厘米长的腓骨块移植，以填充切除第11和第12胸椎的缺损处。营养腓骨的腓动脉和主动脉发出的下部肋间动脉吻合，静脉和奇静脉一属枝吻合，这种骨移植只需要吻合一条静脉即可。植骨立即获得满意的血运。在其周围再补充植以自体骨片。

手术后六个月植骨块重新获得血运而且可见明显的骨皮质和髓腔（图 14·6）。在不同时期拍X线片均未见到有植骨硬化的表现。术前站立位后凸为85度，充分向前屈曲时110度。术后6个月站立时角度减至75度，向前完全屈曲时75度，共改进35度。后凸畸形原来是进行的，现在已稳定。孩子穿戴支具可以下床，能够充分从事体力活动，其中包括跑步。切取腓骨的小腿无任何症状。

带血管蒂的骨移植，保留完整的血管组织和血运良好的骨膜。与游离植骨相比较，它对感染有较大的抵抗力，愈合快，被吸收的危险要小。植骨移植时可以在其表面带一薄层肌肉组织。带血管蒂的游离植骨有希望被广泛应用，可能包括某些先天性畸形，如先天性胫骨假关节，先天性大块骨缺损等。在先天性桡骨缺损病例，用带血管蒂的腓骨并保留腓骨头的骨骺，植骨可以稳定腕关节，矫正桡偏畸形，并能继续生长。为了保证骨骺的血运，可以吻合膝下血管。植骨还可以连同游离皮瓣一起移植（图 14·7）。

带血管蒂的小关节游离移植

不吻合血管的小关节游离移植曾经应用于治疗颞颌关节僵直。切取跖趾关节，将近节趾骨固定在颅骨，跖骨固定在下颌骨髁的颈部。游离小关节移植也可移植到手部。然而长期观察，这些关节都发生退行性改变。

Buncke 等 (1967) 用离断鼠腿，吻合血管进行再植的方法来研究再植后关节的变化。其结果表明，保存了正常细胞结构的功能。虽然这些关节是整个肢体移植的一小部分，然而预示小关节的移植有其使用价值。

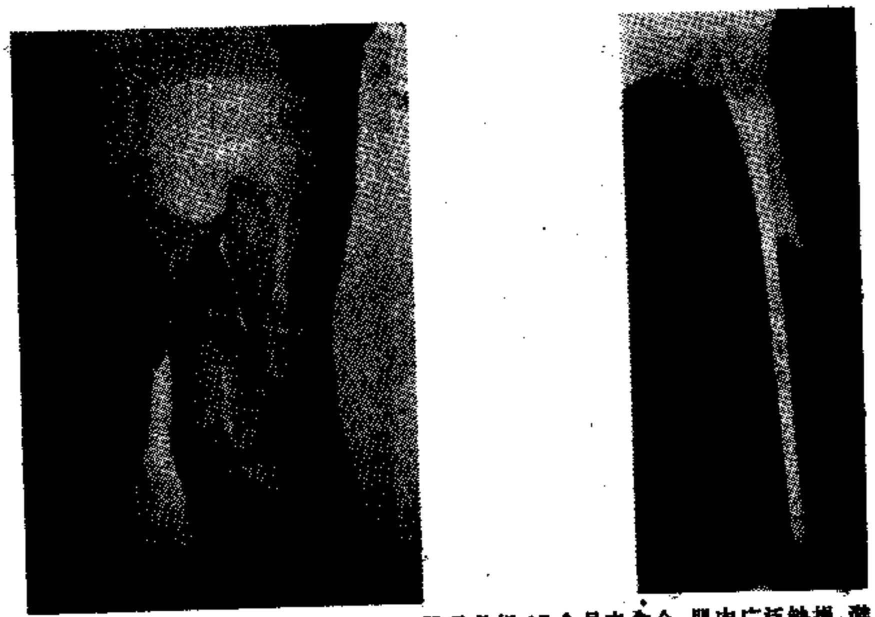


图 14·7　A．患者25岁、女性、左股骨骨折17个月未愈合，肌肉广泛缺损，游离皮片与深部组织粘连。B．X线片显示左股骨干未愈合，用孔氏髓内针固定

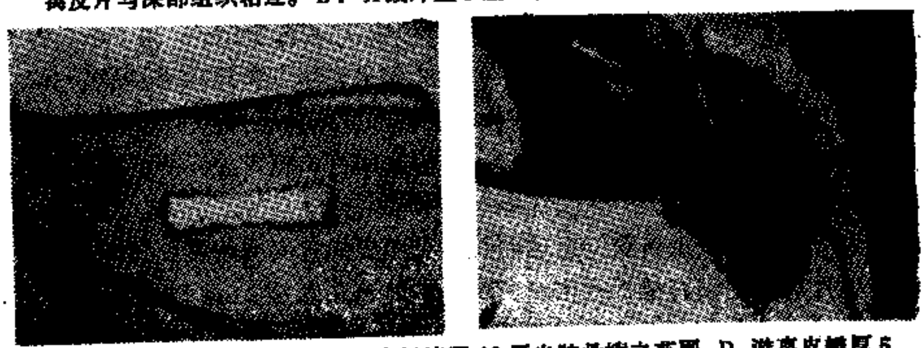


图 14·7　C．划出切取腹股沟游离皮瓣连同10厘米髂骨嵴之范围。D．游离皮瓣厚5厘米，翻起皮瓣显示出附着有10厘米长1厘米厚的髂骨嵴，与皮瓣相连

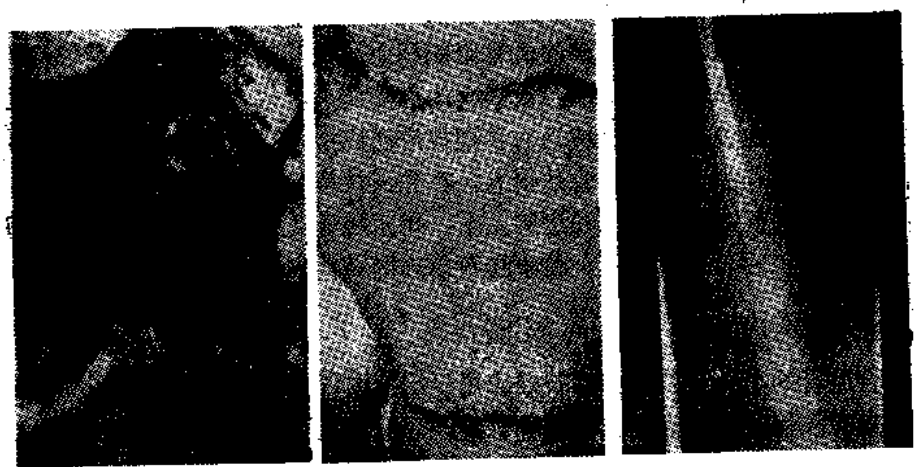


图 14·7　E．切除所有原有植皮后，将游离皮瓣移植至左大腿。将连在皮瓣上的髂骨嵌插在股骨前面做成的槽沟内。骨折两端的硬化骨和肉芽组织完全清除。F．游离皮瓣动脉和股浅动脉一分枝吻合，静脉回流经由大隐静脉。血运重建后，附在皮瓣上的植骨出血，皮瓣完全成活。G．X线片术后6周髂骨植骨与股骨愈合，股骨处显示有新骨生长。4个月后骨折与植骨完全愈合

人工关节尽管有很大发展，但主要用于非体力劳动，中年或老年患者。临床上仍有一些适应于吻合血管的小关节游离移植的病例。著者在实验室进行了这方面的研究。实验初期将短尾猴之掌指关节采取吻合血管的方法，从一侧移至对侧（图 14·8）。另移植关节不吻合血管作为对照。供给关节血运的动脉来自指动脉。游离关节的静脉回流到背

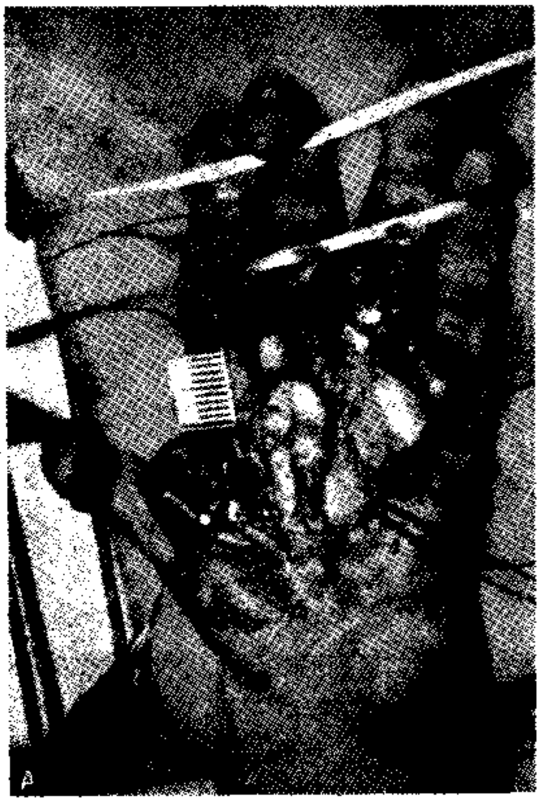


图 14·8A　将短尾猴之第 2 及第 4 掌指关节切除。第 2 关节之血管蒂旁置一半毫米刻度的标尺

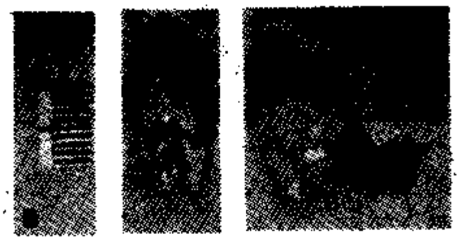


图 14·8B　两个掌指关节。右侧可见血管蒂；左侧无血管蒂，不行血管吻合



图 14·8C　关节移植后，修复指动脉和指静脉



图 14·8D　关节移植术后X线片。第4·指发生偏斜畸形

侧的主要背静脉。这些关节移植和吻合的血管在固定时都遇到困难。而且术后发生感染也是个问题。

以后决定用短尾猴足部的关节移植。选用第一跖趾关节，切断后吻合血管，原位移植（Haw 和 O'Brien）（1976）（图 14·9）而且缝合趾背神经以避免关节发生神经营养性关节病变。手术前记录关节被动活动及拍X线片。

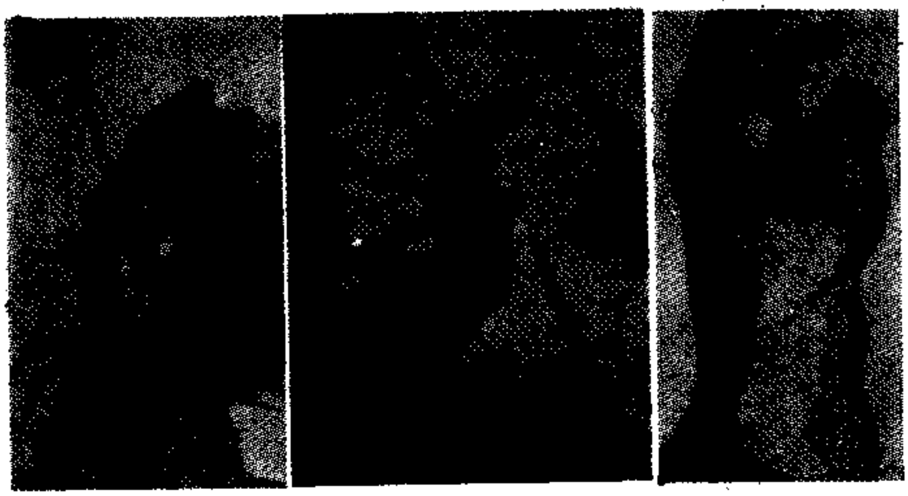


图 14·9　A．在短尾猴左足大趾显露其跖趾关节。B．右侧为带有足背动脉和主要背侧静脉弓的大趾关节。C．原位移植左侧第一跖趾关节后4天。吻合的血管，动脉为桡动脉，静脉为头静脉

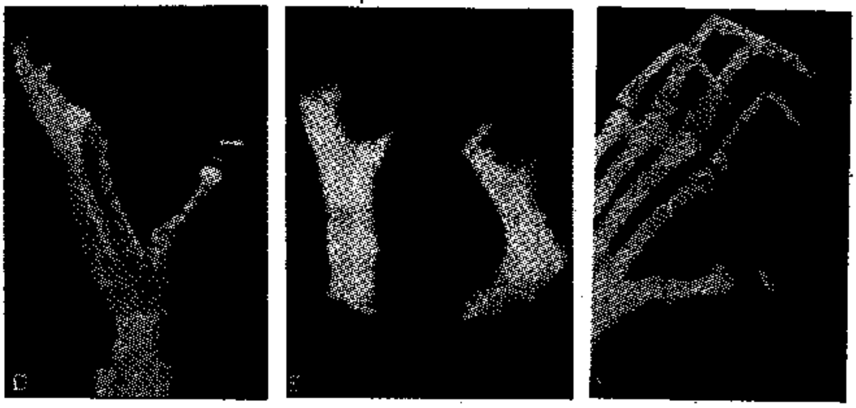


图 14·9 D．术后2周。骨对位好，螺丝钉固定满意。E．2周后注射锝的多磷酸盐之骨扫描，左侧原位移植第一跖趾关节，血管吻合通畅。右侧为对照组，未缝合血管显示无血运。F．原位移植第一跖趾关节缝合血管，其近端及远端有显著骨痂形成



图 14·9 G 右侧为缝合血管的游离跖趾关节游离移植16周，左侧为正常之跖趾关节。前者血管较正常者丰富

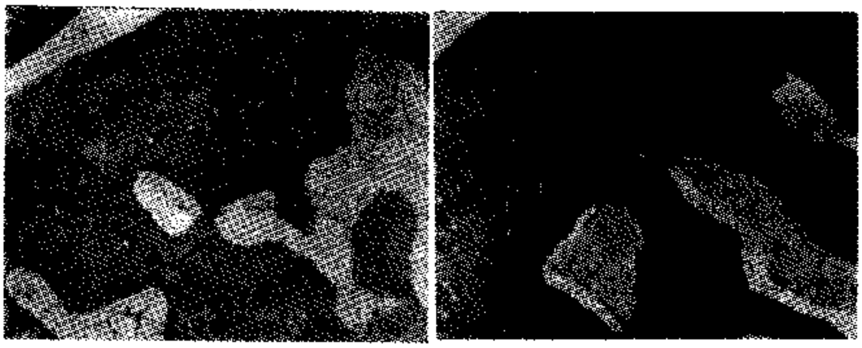


图 14·9 H 左：缝合血管的跖趾关节游离移植，术后18周，软骨形态正常（HE 染色）。右：正常跖趾关节对比。关节间隙在图之左手上角

手术操作　在趾间关节背侧到第一跖骨基底作弧形切口，显露并保留其经由背侧静脉弓到大隐静脉的静脉回流。游离出足背动脉和到第一趾外侧的分枝，以及跖趾关节。将外展𧿹肌、屈𧿹短肌和内收𧿹肌斜头和横头在近止点处切断。屈𧿹长肌从腱鞘内游离，自近节趾骨中部切断伸腱扩张部。中央伸肌腱和伸趾短肌腱在第一跖骨中部切断。在跖骨和近节指骨各钻一横形骨孔然后斜形截断，截断后骨孔用螺丝横贯固定。此时关节游离，但带有足背动脉与背侧静脉弓，可见截断面出血。切断背侧之血管束，关节完全离断。将关节置回原位，用直径 0.5 毫米的螺丝钉横贯固定两处斜形截骨面。

伸肌腱修复，肌肉缝回原处。足背动脉重新吻合，其直径为 1～1.5 毫米，同时吻合直径较大的伴行静脉，背侧静脉弓用 10-0 尼龙线或 19 微米线缝合。最后修复趾神经。将足趾小心用羊毛衬垫后，整个后腿用石膏固定，并以钢丝加固以防猴子骚动而损坏石膏。术后用抗菌素 5 天。分别在术后 2、6 及 12 周时拍 X 线片以观察骨愈合。手术结束后检查血管吻合是否通畅，日后可采用血管造影。

结果（表 14·3）　8 例跖趾关节移植，缝合血管，其中 4 例成功；4 例由于猴子自伤而失败。结果表明缝合血管的跖趾关节移植是可行的。术后恢复关节运动，但少于术前被动活动范围，其部分原因可能是肌肉失去原有的附着点。通过 X 线片观察证实重建血运与不吻合血管的游离关节相比，可以有效地预防关节退行性变。组织学检查在术后 18 周，吻合血管的关节是正常的（图 14·9）。

表 14·3　用短尾猴原位移植跖趾关节，缝合血管

共 8 例；成功：4；失败 4（自伤）

被动活动范围	术前最大范围	术后最大范围
跖趾关节	－80到＋90	0 到45
近趾间关节	－40到＋90	－10到70

结论　带血管蒂的小关节游离移植可能应用于颞颌关节强直的病例，将血管与颞浅血管吻合。手的关节破坏后，特别是掌指关节，在利用这种方法后，手的功能可得到很大改进。从足趾或截指后的手指关节可供移植用，以增加其他部位关节活动的范围。带骨骺的小关节移植有可能应用于手指功能不好的某些先天性畸形。

（程绪西）

参考资料

Buncke, H. J. Jr. (1975) Personal communication.

Buncke, H. J. Jr., Daniller, A. I., Schulz, W. P. & Chase, R. A. (1967) The fate of autogenous whole joints transplanted by microvascular anastomoses. Plastic and Reconstructive Surgery, 39, 333–41.

Crock, H. V., Pericic, Lj. & Parel, J. M. (1975) Design and applications of a new device for the internal fixation of bones. Medical Journal of Australia, 1, 510–12.

Haw, C. S. & O'Brien, B. McC. (1975) Experimental free Small joint transfers with microvascular anastomoses. In preparation.

Haw, C. S., O'Brien, B. McC. & Kurata, T. (1976) Experimental free bone grafts of the canine tibia. In preparation.

Hayhurst, J. W. (1974) Unpublished work.

McCullough, E. W. & Fredrickson, J. M. (1973) Neovascularized rib grafts to reconstruct mandibular defects. Canadian Journal of Otolaryngology, 2, 96–100.

McKee, D. (1975) Microvascular panel. Thirteenth Congress. Pan Pacific Surgical Association. Honolulu.

O'Brien, B. McC. (1973) Unpublished work.

O'Brien, B. McC., Sykes, P. J., Crock, H. V., Morrison, W. A. & Dooley, B. J. (1976) Microvascular free bone grafts. In preparation.

Ostrup, L. T. & Fredrickson, J. M. (1974) Distant transfer of a free living bone graft by microvascular anastomosis. Plastic and Reconstructive Surgery, 54, 274–85.

Taylor, G. I., Miller, G. E. H. & Ham, F. J. (1975) The free vascularized bone graft. Plastic and Reconstructive Surgery, 5, 533–44.

Ueba, Y. (1973) Unpublished work.

Ueba, Y. (1974) Personal communication.

15. 游离肌肉移植

Thompson（1971）曾经报告过不缝接神经血管的游离肌肉移植。他将两周前预先作神经切断的掌长肌或伸趾短肌移植到面部。Allbrook（1975）认为先将神经切断，在周围血运重建之前，可使肌肉具有更容易耐受缺氧期的能力。Tamai 等（1971）首先报告用吻合小血管的方法进行游离肌肉移植获得成功，他采用狗的股直肌进行原位再植和异位移植。40 例游离肌肉移植中，有 28 例随诊超过 3 个月，用普通显微镜、电子显微镜和肌电图仔细地研究肌肉的情况。经过长期随诊证明移植肌肉结构和功能正常。

实验研究

肱桡肌移植 我们实验室采用吻合神经和血管的方法对 8 例短尾猴进行肱桡肌移植。手术显露肱桡肌、桡动脉和它的伴行静脉、桡神经及其肌支。肱桡肌由一组主要的血管供应（一条动脉和两条静脉），其外径为 0.7～1.0 毫米，另有一辅助血管，但只吻合主要的一组血管。

将这些血管和神经分支在 Zeiss 三人用手术显微镜下从周围组织中游离出来。血管和神经仍然保持连接，将肌肉从其起止点处切下（图 15·1）。在凝结辅助的血管以后，将主要的血管在接近桡侧血管处切断。然后将神经在尽可能靠近肌肉处切断。这样准备好的带有血管神经的肌肉作为一个移植单位，可用以作原位或异位移植。

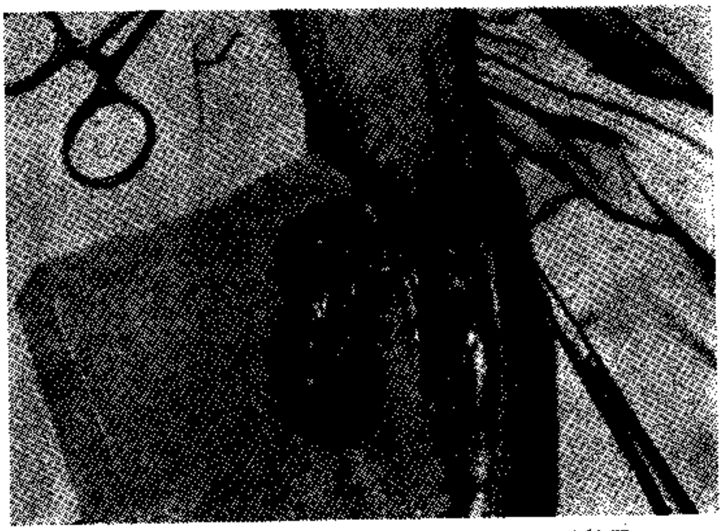


图 15·1 已游离的带神经血管带的短尾猴之肱桡肌

在原位再植中，血管端对端吻合到原来的血管，缝合神经外膜，肌肉再植于原来的基床上。

在异位移植的实验中，将肱桡肌用上述方法移植以代替对侧肱桡肌。缝合材料使用 10-0 或 19 微米镀金属的尼龙单丝线。全身不用肝素或其他抗凝剂治疗，但局部使用肝素冲洗。移植肌肉不用灌注。缺血时间平均约为 45 分钟（最长为 65 分钟）。肌肉在新的

位置上，在具有中等张力下连接它的起止点。闭合筋膜和皮肤，然后使用弹性绷带及石膏管型包扎固定。移植肌肉在术后1至2周，4至6周和15个月进行探查(图15·2，15·3和15·4)。



图15·2 一只短尾猴肱桡肌原位游离肌肉再植术后15天，肌肉成活并具有良好的体积和颜色

结果 4例原位再植和4例异位移植中，7例获得成功。1例失败（异位移植）是由于感染，肌肉发生纤维性变化。移植成功的肌肉在2周内肉眼观察是正常的，但在4至6周可以看到有萎缩和纤维性变。这和 Tamai 的观察一致，肌肉萎缩是由于失去神经支配，在手术后3个月内形成。以后移植的肌肉开始恢复。

有3只猴可供长期随诊到15个月。移植的肌肉有良好的体积，在刺激桡神经或直接刺激肌肉时可以记录到有明显的收缩（图15·4）。有2只猴的血管吻合处游离探查，观察到血管通畅。肌肉有良好的颜色症活跃出血。

伸趾短肌移植 游离短尾猴足部的伸趾短肌、带有血管神经束，其中包含有足背动脉及其2条伴行静脉和胫前神经分支。动脉的直径大约是1毫米，每条静脉的直径是0.5到0.6毫米。将肌肉移植到面部，而面神经预先已切断并将其神经近端反褶过来，以防止神经有任何再生。肌腹缝到面部的肌肉内，将肌腱向下穿入上下唇在一定的张力下缝合在该处，并给以适当的支持。移植肌肉的血管用10-0无创尼龙针线，用端对端方法与面部血管或与其他合适的血管吻合，静脉吻合、经常不一定能做到。神经缝接到没有反褶的一小支面神经上。

进行了6例肌肉移植。1只猴子于第5个月，另一只猴子于6个月死亡，这两例移植肌肉均无任何运动功能的表现。其余4例游离肌肉移植于术后15个月作了探查。表明肌肉有运动功能，并可引起嘴角的运动。显微镜下检查肌肉显示正常。刺激面神经和直接刺激肌肉，证明移植肌肉已有神经支配。在切肌肉时有活跃出血。

在两周前预先将神经切断，又进一步作了一组6例伸趾短肌移植，均未吻合神经血管，将肌肉置于面部正常肌肉的表面，肌腱于适当的张力下缝合到眼睑及嘴唇。术后20个月行手术探查，可见肌肉萎缩，但组织学上可以看见有长入神经的一些征象。

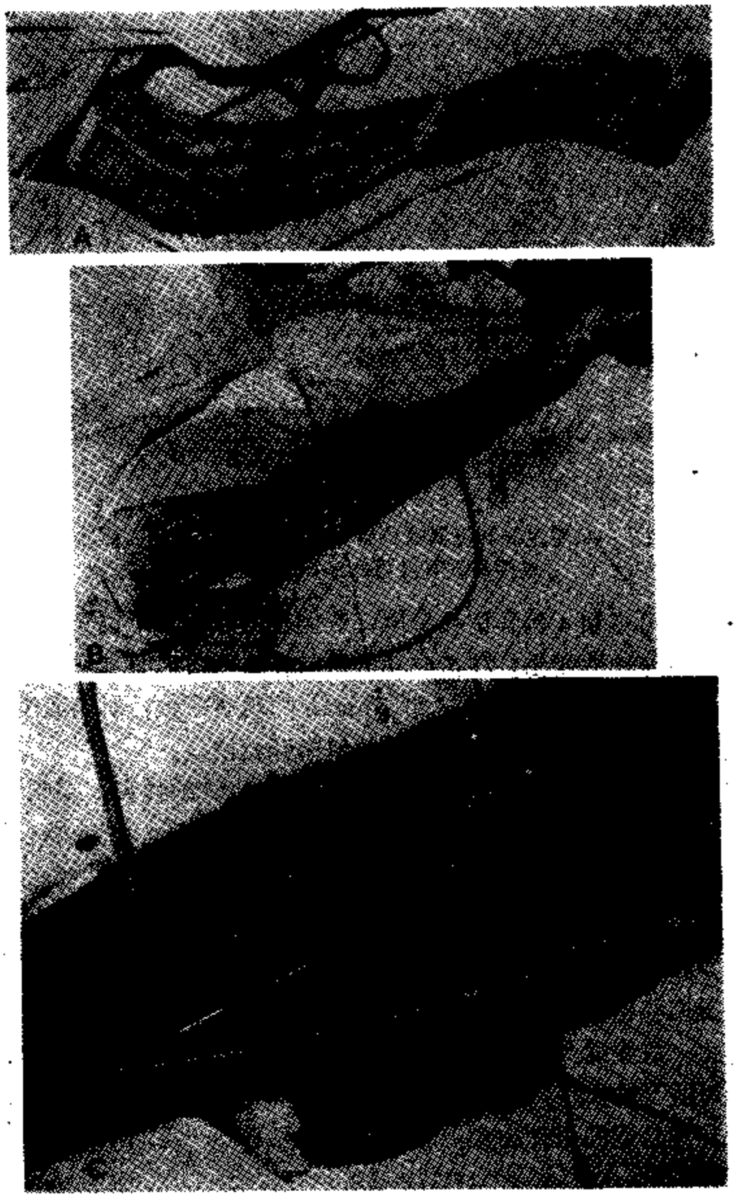


图 15·3　A．成活的短尾猴原位再植的右侧肱桡肌术后4周。肌肉有一些纤维化。B．同一猴肱桡肌受刺激的过程中，表现有正常的外观。肌肉表面出血良好。C．术后15个月同一移植肱桡肌的近观



图 15·4A 游离移植 16 个月以后的肱桡肌。在供养血管的下面放置一绿色的塑料条。肌肉的颜色正常，活体组织采取处可见出血

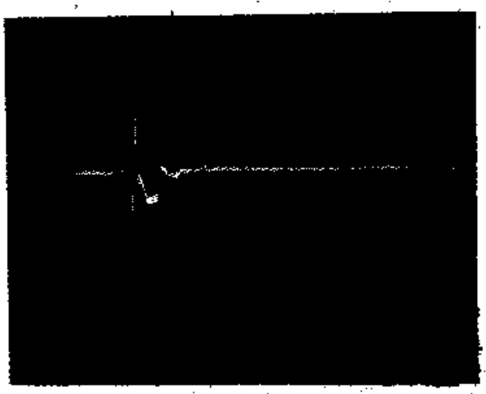


图 15·4B 同一猴在 15 个月时刺激肱桡肌近端的桡神经的肌电图。出现许多有神经支配的肌肉运动单位



图 15·4C 肱桡肌游离移植术后 15 个月的横切面。肌肉成活。可见一些粗细不等的纤维。已有部分神经支配。HE，150×

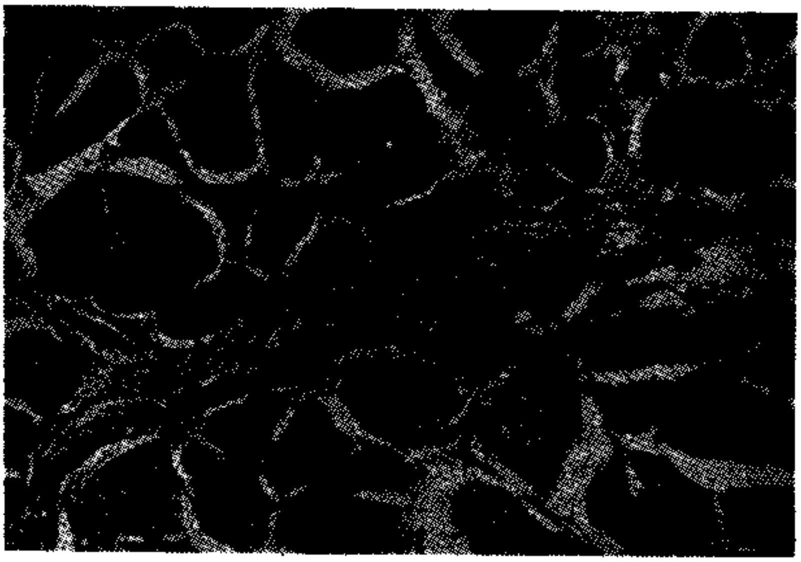


图 15·4D　猴的肱桡肌游离移植术后 15 个月的横切面。肌肉粗细不等的纤维可见有部分神经再生，并有结缔组织增生（Masson 绿染色，150×）

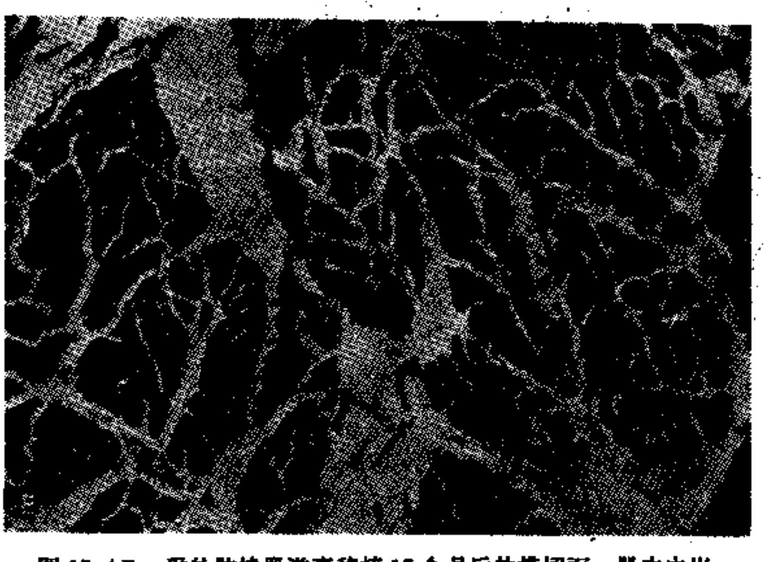


图 15·4E　猴的肱桡肌游离移植 15 个月后的横切面。肌肉中出现正常的神经再生（HE）

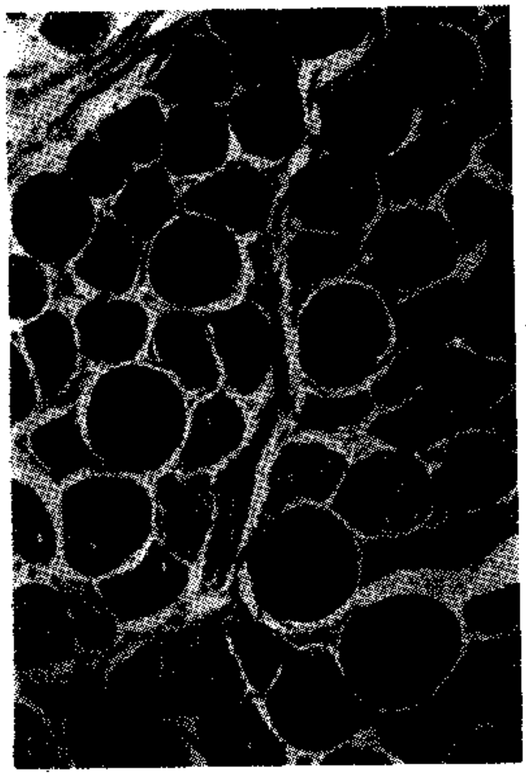


图 15·4F　猴的肱桡肌游离移植 15 个月后的横切面。肌纤维变圆、代替了正常的多边形状。这些纤维考虑神经已经再生，但可能有某些机械性的缺点存在

临床应用

股薄肌移植　细长的股薄肌适宜作移植用。做了 6 例股薄肌的解剖 (O'Brien 和 Gilbert, 1973)，观察到在其上、中、下水平有 3 组血管蒂，其大小自上而下越来越细。上部的血管蒂伴有神经供给（图 15·5)。上部的血管蒂发自股深动脉，血管大小中等。作者于 1973 年 12 月曾做过 1 例股薄肌移植，病人是一位 18 岁的青年，臂丛完全损伤，在腋部曾作过神经移植，没有恢复。移植股薄肌长 31 厘米，将上部血管缝接于旋肱后血管



图 15·5A　尸体解剖显示股薄肌有多处血管供应



图 15·5B　尸体解剖显示股薄肌近段的神经血管供给较为显著

（图 15·6），下部血管缝于贵要静脉的和肱动脉的分支，成功地使肌肉的全长重建了血运。游离第三肋间神经并将其缝接到肌肉的神经。在最大的张力下将股薄肌近端缝合到喙突，远端缝合到二头肌附着点。将肢体在屈曲的位置固定 3 周。9 个月后行肌电图检查，可见肌肉有神经再生的现象。但不幸在一年半以后失去随诊。

Harii（1974）和Hayhurst（1975）使用带皮肤的股薄肌复合瓣来纠正头、颈和下肢先天或后天畸形的外观缺陷。一些覆盖于肌肉的皮肤一同切取，在肌肉上部血管进行吻合而不缝接神经。尽管肌肉发生一些萎缩，但仍有足够的容积纠正外形的缺陷并提供良好的皮肤覆盖。但在面部皮肤的颜色配合是不满意的。Harii（1975）曾报导过使用一



图 15·6A　将 31 厘米长的股薄肌移植到左上臂，肌肉被牵拉起并可以看到肌肉血运已恢复，将其近端固定于喙突，远端固定于二头肌附着点。重建血运的来源上面用旋肱后血管，下面用肱动脉的分支

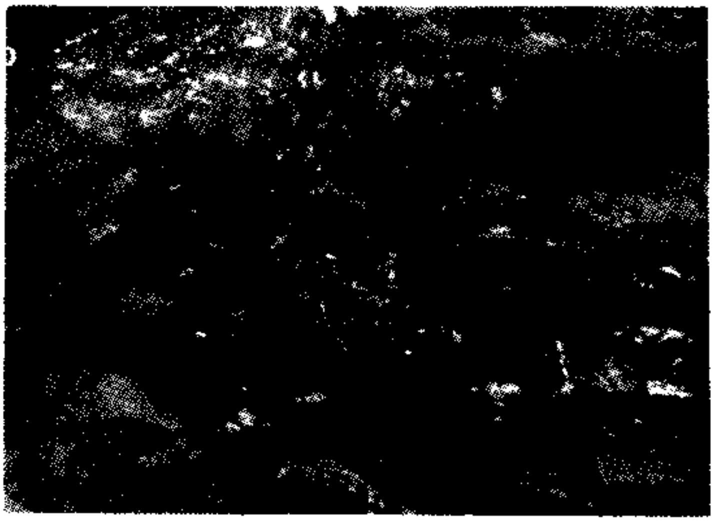


图 15·6B　主要的近端血管吻合后之近观。股薄肌已牵拉向上

块大约 12 厘米长的一段股薄肌来治疗面部的麻痹。肌肉上部的血管缝接到颞部浅血管，深部的颞神经与股薄肌的神经缝接。有 2 例获得了满意的活动，但当下颌咬紧时不对称活动就明显地加大。此外，肌肉比较隆起，需要后期修小。在 5 个月时进行活体组织检查，组织学上显示正常的肌肉形态。

伸趾短肌移植（图 15·7）

1．切口　我们早期的病例，驱血止血带下采用足背 S 形切口；在皮瓣尖端均发生坏死，有的需要作断层皮片移植。因此，建议使用纵切口，并于其上端作两个小的横形延长，以减小基底位于外侧的皮瓣的大小，而且容易暴露伸趾短肌在跗骨窦处骨的起点。



图 15·7　A．足部伸趾短肌的暴露和剥离　B．伸趾短肌及其肌腱连同它的神经血管蒂

否则需要一期进行断层皮片移植。切口位于足背动脉侧方，止于踝关节稍上方，但为了暴露胫前神经可以往近端延长，在胫侧4个足趾基底另作小横切口，切断肌腱的止点。

2．皮下结构　供给足背的肌皮神经末梢支，以及连接足背静脉弓的足背静脉，在紧贴浅筋膜的深层可以见到。这些结构应尽可能保存。

3．伸趾短肌腱的辨认　辨认清楚伸趾短肌的4条肌腱，在靠近止点处，通过小横切口将它们游离切断。从近端的切口内将它们抽出。

止于踇趾的短肌腱不要与第二趾的趾总伸肌腱相混淆。

4．足背动脉及其伴行静脉　足背动脉及其伴行静脉伴随着胫前神经的末端分支，可于趾总伸肌与踇长伸肌之间找到。胫前神经在近端位于足背动脉外侧，然后越过足背动脉，在远端则位于其内侧。

5．趾短伸肌近端附着点的显露　找出趾短肌肌酸外侧附着点，而保留覆盖其表面的深筋膜的完整。近端游离时应注意保护越过趾短伸肌肌酸近端的第三腓骨肌宽大的筋膜附着部。在肌肉的深面、正好在骨膜的浅层继续剥离，从趾总伸肌腱下面将趾短伸肌腱移至其外侧可便于剥离。在放大镜下进行剥离是有价值的。供给肌腹外侧的发自附骨动脉的小血管用双极电凝器凝结。如不小心，此时可能疏忽地进入跟骰关节。继续向内侧剥离，到达支配踇趾之肌腹的外侧。

6．神经血管蒂　将足背动脉及其伴行静脉的远端在第一、二跖骨基底处结扎。胫前神经尽可能在远端横形切断。然后延内侧将切断的血管和神经向近端游离。所有内侧的血管分支均用电凝器凝结。供应趾短伸肌的神经血管蒂在主要血管蒂外侧方可以看到，不要剥离。在早期的病例中，供给肌肉的神经是从胫前神经内部劈开，但现在已不这样做。伸肌腱支持带有时需部分切开，但随后应予以修复。血管蒂至少要有4厘米长，以便在面部与受区血管吻合时保证没有张力。在神经血管蒂深层剥离趾短伸肌，可以完全没有危险。放松止血带，在近端结扎供应肌肉的血管的近端之前，先判断肌肉的血运。有时需在局部应用罂粟碱以解除痉挛。如果肌肉的血运良好，尽可能靠近端结扎足背动脉及其伴行静脉，但胫前神经可以在较高的平面游离切断。此时肌肉已准备好，可供移植用。有时在第四个和最外侧的肌腹血运恢复呈斑块状。

7．闭合伤口　修复伸肌腱支持带以防止足趾伸肌腱呈弓弦状翘起。在侧方放置负压引流，缝合皮下组织和皮肤，包扎足部并用后石膏托固定。

应用趾短伸肌做游离肌肉移植，再次表明足背动脉系统的重要性。在前一章中，对一期足趾到手遗植再造手指，及足背和第一趾蹼间游离皮瓣移植的价值，已经叙述过。

游离肌肉移植治疗面神经麻痹

两期手术的方法　自腿部取腓肠神经，其长度要适于作跨过面部的神经移植。经鼻唇部切口，在手术显微镜下辨认支配上、下唇，嘴角和鼻的正常面神经周围分支。用电刺激方法检查挑选神经束，将其切断后，所剩余的神经束仍然可以保证所支配的肌肉有足够的运动功能。分离腓肠神经内的神经束，然后用19微米镀金属尼龙缝线与挑选出来的正常面神经束进行缝合。移植的神经横跨过颏上沟到正常的颊部，达面部血管的垂直线的外侧（Ander, 1973）。仔细地记录移植神经末端的位置。

三至四个月以后，切开面部找到移植神经的断端。在手术显微镜下切除神经瘤，

并进行组织学检查。在驱血止血带下取对侧足部的趾短伸肌作为移植用的肌肉，因此，当移植到面部时，神经血管束是在移植肌肉下面（图 15·8）。根据上述方法切下趾短伸肌，置于面部将肌肉的筋膜与覆盖颧弓和腮腺的腱膜缝合。肌腱向下引到上、下唇，使之越过中线，同时也到嘴角。由于上部肌腹不是经常能完全恢复血运，用 2 条肌腱到上唇。足背动脉及其伴行的 1 条静脉与面动、静脉用 10-0 无创尼龙针线缝接。为了使血管对位好没有弯曲，常常需要重新调整面部血管的方向。然后用 10-0 无创尼龙针线，将支配肌肉的神经用缝合外膜的方法缝接到从对侧面部移植的神经上。早期的病例，在足部将支配肌肉的神经在神经内游离一段，将它缝接到移植神经上。这种连接方法有一些不对称，因为到肌肉的神经仅有 2 至 3 束，比腓肠神经束的数目要少。以后将胫前神经解剖到小腿，在面部通过移植的腓肠神经与移植的胫前神经缝合，这样的神经束修复效果满意。将支配肌肉以远的不需要的胫前神经束切断，用 10-0 尼龙线缝合固定在下三个足趾肌肌腹内。这些神经有任何再生时，必然会直接支配肌腹的某些部分。肌腱在张力下缝到对侧唇部和嘴角的肌肉，于是，此部分处在一种矫往过正的位置。

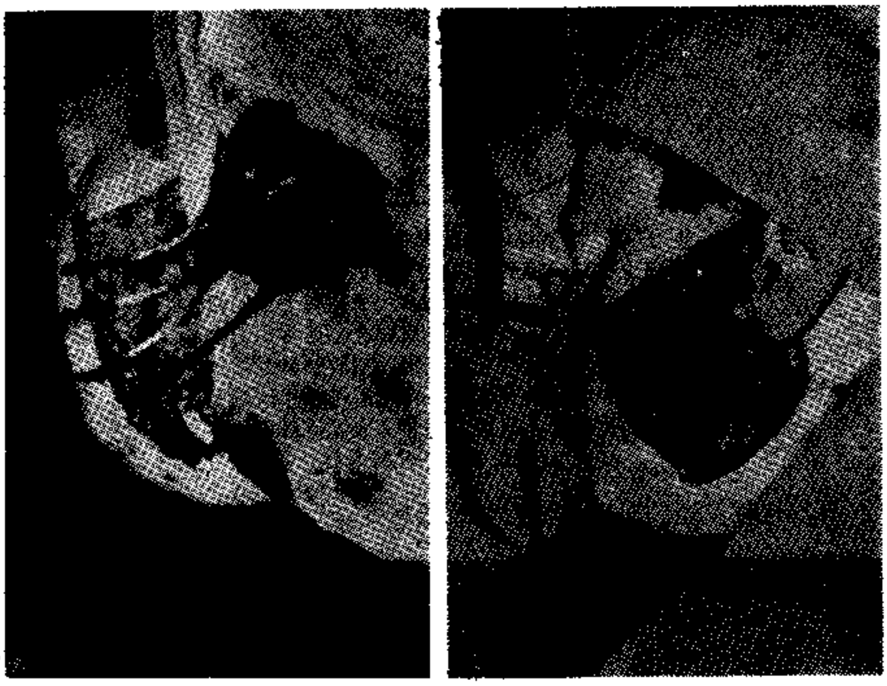


图 15·8　A．伸趾短肌移植到左侧面部。前面的面部血管已显露。B．伸趾短肌缝到颧弓和腮腺筋膜，面部血管与足背动脉及其一条伴行静脉已行吻合，重建血运。供应肌肉的神经缝接到三个月前予先移植的腓肠神经，另一端它在对侧鼻唇区已与面神经末梢分支缝合

我们第一例趾短伸肌游离移植到面部，是在 1973 年 12 月做的。使用颈部的舌下神经降支作为供给肌肉的神经，而没有用对侧面神经。1 年以后肌肉无任何神经支配表现，肌电图检查没有运动电位。移植的肌肉起到支持面部的作用，这一点还是可取的。第二例没有足背动脉，腓动脉的穿支是足背的主要动脉。游离供给肌肉的神经血管，放松止血带，未能使肌肉获得血运，可能由于血管持续痉挛或供给肌肉的血管异常。肌肉移植到面部，与面部血管吻合后，同样未能重建血运。达到了适当地支持面部的目的。

一期手术的方法　除了将胫前神经在小腿游离相当长一段以外，其余步骤都相同。神经从麻痹侧横过颏上沟进入正常侧的鼻唇区（图15·9）。在放大镜下游离正常面神经分支的神经束，其方法如前所述，用19微米镀金属尼龙线，在显微镜下将它缝接到胫前神经的束。在儿童应用此法，胫前神经大约需要15厘米长，使再生的轴索仅需越过一个连接点。再生过程较长，有发生肌肉萎缩潜在的危险。可能神经修复处和肌肉之间距离愈短，肌肉功能恢复将会愈好。特别在成年人，分二期做的方法可能更好。

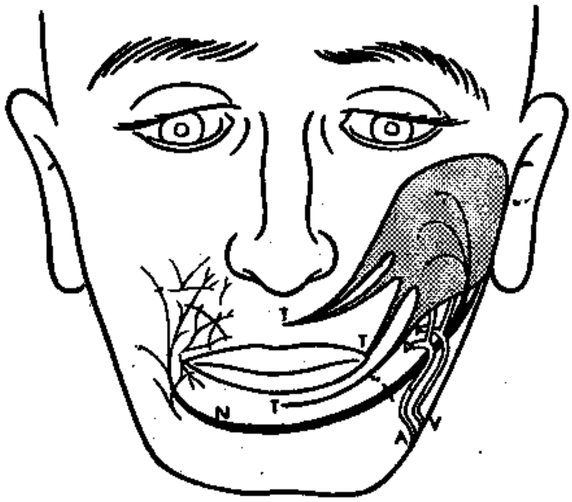


图15·9　图解说明伸趾短肌移植。肌腱（T）缝到上唇（a）缝到下唇和嘴角。胫前神经束在右侧鼻唇区与供给鼻部、上唇、嘴角和下唇的面神经末梢分支的一条神经束缝合。更常用的方法是在连接胫神经之前，用一条腓肠神经移植缝接到面神经的分支上。将胫前神经束远端不需要的神经塞入肌腹。前面部血管缝接到足背动脉及其一条伴行静脉

结果　评定这种类型的肌肉移植需要长期观察。如果神经再生能够成功，它可以用

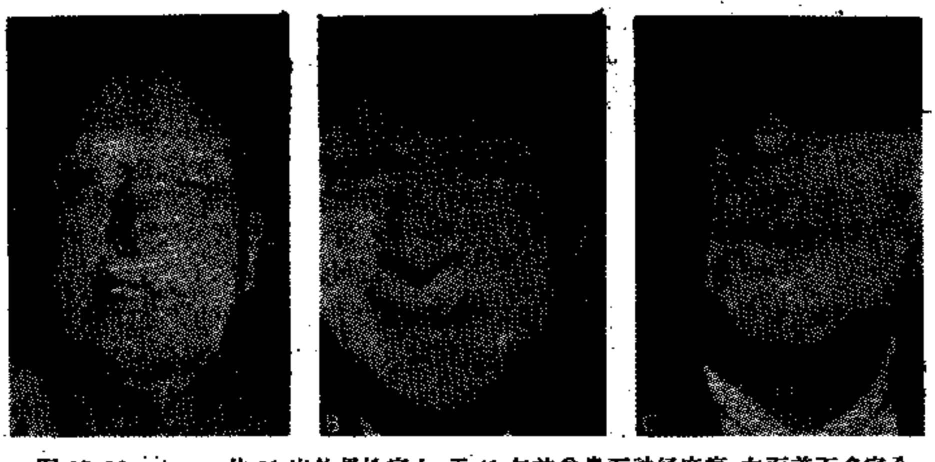


图15·10　A．一位61岁的男性病人，于41年前曾患面神经麻痹，左面差不多完全麻痹。B．用伸趾短肌游离移植第二期手术完成后6个月。两侧上唇和左侧嘴角有良好的主动活动。C．同一病人第二期手术后6个月，唇部噘嘴有力

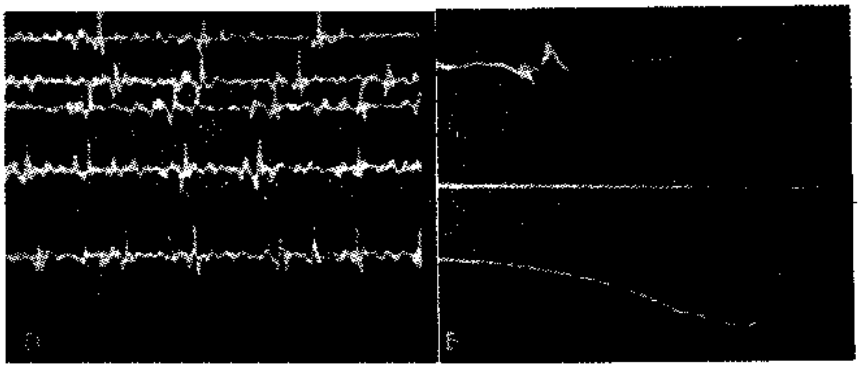


图 15·10　D．在左面部随意运动时移植肌肉出现小肌肉单位的重复活动。E．上图：刺激左面神经，在移植肌肉上做肌电检查，实际上没有反应。中图：水平时间基线。下图：刺激右面神经，在左面部移植的肌肉上做肌电检查，明显出现一个运动单位的反应，描记曲线为向下斜坡。这些肌电图用图 15·10 中的病人做出来的

于先天性面部麻痹和一年以上的后天性面部麻痹。在为数不多的病例中，有几个两期手术的病例，其运动功能恢复还是令人鼓舞的。活动是对称的，没有过度的活动（图 15·10）。较好的面部支持，可以保证改善说话功能和消除流涎。肌电图证实移植肌肉有神经支配（图 15·10）。

用小血管吻合方法游离肌肉移植，可进一步应用到福耳克曼（Volkmann）氏缺血性挛缩和经过选择的其他需要肌肉的特殊疾病，而供给肌肉需有可利用的血管和神经。

（韦加宁　程绪西）

参考资料

Allbrook, D. (1975) Transplantation and regeneration of striated muscle. Annals of the Royal College of Surgeons of England, 56, 312–24.

Anderl, H. (1973) Reconstruction of face through cross face nerve transplantation in facial paralysis. Chirurgia Plastica, 2, 17.

Harii, K. (1974) Personal communication.

Harii, K. (1975) Third International Symposium on Microsurgery. East Grinstead, England.

Hayhurst, J. W. (1975) Third International Symposium on Microsurgery. East Grinstead, England.

O'Brien, B. McC. & Gilbert, A. (1973) Unpublished work.

Tamai, S., Komatsu, S., Sakamoto, H., Sano, S., Sasaughi, N., Hori, Y., Tatsumi, Y. & Okuda, H. (1971) Free muscle transplants in dogs with microsurgical neurovascular anastomosis. Plastic and Reconstructive Surgery, 46, 219–25.

Thompson, N. (1971) Treatment of facial paralysis by free skeletal muscle grafts. Fifth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery. London, Butterworth.

16. 显微神经修复

神经的解剖

每一个周围神经干，是由许多神经纤维合成的神经纤维束组成，funiculus、fascicu-lus、或 fascicle 是同义语，都是神经束。每个神经束通常都是由运动、感觉和交感纤维组成，但所含纤维比例不同。包绕在每个神经纤维外面的结缔组织鞘称为神经内膜。包绕每个神经束的结缔组织鞘叫作神经束膜。神经束合在一起由疏松网状的结缔组织所覆盖，称之为神经外膜（图 16·1）。因此神经干在疏松的神经外膜内有相当的移动性。沿着神经干的全长神经束可反复地汇合和分开在神经干内形成内丛。组成神经干的还有血管、淋巴管和分布在神经上的神经等组织。血管经由神经系膜进入神经的下方。

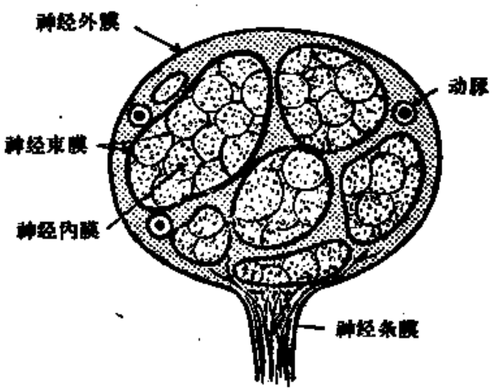


图 16·1 神经横切面图示其基本解剖

组　织　学

神经纤维分成二大类：有髓鞘纤维和无髓鞘纤维，它是按照神经鞘的蛋白基质中脂类量的多少来区分的。神经纤维具有一个中心轴索，其外面由一个多层的鞘包围着（图 16·2）。轴索是神经元、交感神经节、和脊髓前角细胞的延伸。它们的长度是不相同的。轴浆是一种粘稠液体，其压力自近端向远端渐减。

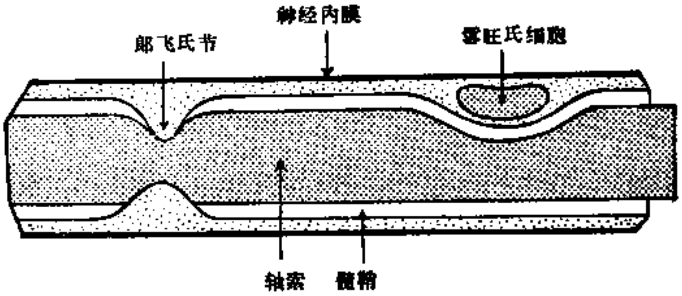


图 16·2 有髓鞘神经纤维的纵切面

无髓鞘纤维的鞘由一层界限不清的，雪旺氏细胞组成，其外为神经内膜所包绕。有髓鞘神经纤维，内层包含雪旺氏细胞和髓鞘。其外层为结缔组织。髓鞘被郎飞氏结纵形分成节段，在郎飞氏结处轴索变细。

周围神经的修复

概况　虽然周围神经的修复从十九世纪以来已经开展，但到十九世纪四十年代在技

术上才有重大进展。记录了大量的周围神经损伤的临床病例并汇编成书(Seddon, 1954)。此后Sunderland对周围神经束丛形成的超微结构进行了奠基性的研究工作，致使发展成神经束的修复，与传统的神经外膜修复形成对比（Sunderland, 1968）。

虽然周围神经外科在技术方面在逐渐发展，但其进展效果至今尚不显著，这就需把重点继续放在技术方面。数十年来，外科医生使用放大镜以改进神经修复的质量。首先报告使用手术显微镜的有 Smith（1964）、Kusze（1964）以及Michon和 Masse(1964)。手术显微镜的出现和缝合材料的改进，使神经修复的实验和临床工作得到了进展。

无论血管是否损伤，神经修复的质量对恢复手的有效功能是很重要的。神经再生受许多因素的影响，例如损伤类型、病人年龄、损伤水平、神经断端间的距离、损伤到修复之间的时间。然而神经解剖对位是与神经内解剖结构的知识是有重要连系的。在一期神经手术中，可以应用电刺激刺激神经束以鉴别运动和感觉纤维(Hakstian, 1968)，但这个方法仍然是实验性的，而不适用于伤后48小时的临床病例。遗憾的是，目前还没有可用的染色方法，来帮助区别运动神经纤维和感觉神经纤维。Mandl、Freiling和Holle（1975）利用轴索内乙酰胆固醇酶的含量不同，以区分周围神经内的运动神经束和感觉神经束。从创伤造成的神经断端取材做横切片，用组织化学方法可以在48小时内鉴定出运动神经束。然后缝合神经束，这样可以避免运动神经束同感觉神经束错误对合。这些实验只能用于伤后头四天内。由于实验需48小时出结果，在此时期先闭合伤口，以后再打开创口进行适当的神经修复。到目前为止，这种方法和利用神经内局部解剖结构知识和常规的吻合神经的方法相比，没有证据认为前者有更好的结果。Terzis（1975）认为，神经不能分为单纯的感觉神经和单纯的运动神经，做尺神经深支的仔细检查发现，60%是感觉纤维，它们终止于 Pacinian 小体内。

在显微镜下修复神经外膜，可准确地对合神经束，即使这样也难免在吻合处发生旋转和回缩（Edshage, 1964）。显微镜的优越性是不能否认的，因为外科医生能看得较清晰，并且能较精确地判断神经内的病理改变。解剖可以更仔细，因此正常神经组织能够保留。显微镜不仅对完全或不完全离断神经的修复有价值，而对于神经外或神经内松解，以及对于周围神经肿瘤的切除也有价值。在显微神经外科必须使用精细的器械及缝合材料，它和不使用显微镜时使用这些材料明显不同。显微镜下手术有可能做得剥离过度，并要强调对敏感的神经最轻柔地持夹。过分的持夹和过多剥离能使神经断端血液供给改变，这就破坏了放大的目的。

神经松解术 神经松解术适应于神经有瘢痕而有部分功能恢复。探查时发现神经有连续性，但其基底为瘢痕组织。手术尽可能大范围地切除瘢痕基底，使神经位于一个有血运的正常组织基底中。如触及神经感到发硬，则将神经外膜切开，即看见神经立即膨出。如果神经束有粘连，可在显微镜下将神经作部分分离。神经松解术后常很快获得神经功能的改善。

神经连接处的张力 有人曾经强调指出，神经连接处张力应该最小的重要性（Millesi、Messl和Berger, 1972）。这些著者通过大量实验工作后指出，在神经连接处存在过大的张力，神经再生就受到影响。神经外膜增殖同时神经断端有回缩，神经断端之间有增殖的神经外膜，就会阻碍神经的再生。他们证明，在神经断端之间结缔组织增生的量，和神经张力的大小有直接地关系，而瘢痕组织的收缩，使再生的轴索受到损害。神经游

离以及局部关节的屈曲，可以使神经断端较好对合。但是当肢体自由活动后，由于瘢痕组织的增生和牵拉，再生的轴索仍然可以受到损害。

Lundgren（1975）曾经证明，神经牵拉到15%时，会使神经内所有水平的血循环都停止流动，而当张力增加到8%时就开始出现这种影响。

神经外膜是一层有弹性的结缔组织，修复神经外膜很容易使神经束有回缩，特别是张力超出正常范围的时候。关于神经外膜增殖的特性有一些争论的意见。神经束在正常张力范围内吻合时，没有证实神经外膜对神经的再生有不利的影响。Millesi等（1972）于神经修复时，在两断端各切除大约1厘米的神经外膜，避免任何不利的增殖和长入神经断端之间。

神经束膜和神经外膜不同，前者对两个方面都是一个很好的屏障，就是白蛋白不能从任何一个方向穿过它。神经束膜内没有淋巴管，所以任何水肿只能被神经内的毛细血管所吸收。当单一神经束被切断时，神经束膜回缩，由于胶冻样液漏出而成为蘑菇状。然而当神经束膜缝合两针后，漏出便停止。只要缝合少数几针即可，这样可以避免由于可能形成血肿而致成的任何损伤。

用显微外科与不用显微外科方法修复神经结果的评价，目前尚未见报导。我们的印象是，如果视力敏锐，对合又较好，再生的速度和质量都能得到改进。在分析周围神经病例时，问题是评定效果比较困难。结果差的病例，可能张力过大是失败的主要原因。

因此，在周围神经手术中，要达到神经束的良好对位，有两个最重要的技术因素：要放大视野，最好用手术显微镜；以及修复时保持最小的张力。

修复的时机　只要条件允许，伤口是切割伤，应行一期神经修复。脏的复合伤口或有大量组织捻挫的伤口，应等伤口满意愈合，瘢痕组织软化后，再行二期神经修复。在应用抗菌素情况下，清洁的切割伤可以闭合，在数天内神经可行延期一期修复。某些研究者认为可延迟到两周后，因为神经代谢和轴索生长的潜在变化持续到这时为止。然而外科医生认为，在这时手术局部的情况是不适合的。因为出现脆的肉芽组织，同时伤口变硬。探查神经可能困难，并难以决定损伤范围和切除水平。而且，在这个时期由于组织的脆性，神经缝合是困难的。由于瘢痕没有成熟，因此切除的神经要比应该切除的要多。因为这些原因，在这个时间进行神经修复并不理想，而从神经细胞代谢方面来考虑的意见，只是纯理论性的。过久迟延可能增加远端的萎缩。会给神经束满意对位增加更大的困难。

只限于整齐切割伤才做一期修复这一原则，在断肢再植手术中例外。后者要强调在早期重建所有的断裂的组织。残端和离断部分进行外科清创，需要缩短骨头。这样就允许所有重要的损伤组织，如血管和神经能够修整到正常或接近正常，然后在最小的张力下缝合。这些神经修复的结果可以和简单的神经损伤修复的结果相比。二期修复这些断裂的神经是很困难的，因为硬韧的瘢痕环绕神经，而且神经断端的回缩，意味着必须行神经移植。对这些神经进行比较广泛的剥离，可能危及已修复的血管，这些血管是维持再植肢体成活所必须的。

修复的种类　为了显微神经外科，训练使用显微镜、精细的器械及缝合材料是必须的。它应该成为任何外科医生一般训练的一部分，包括周围神经外科在内。

既便是使用显微镜，外科医生也面对着决定那一种修复是最理想的。有三个可能：

1．缝合神经外膜。

2．缝合神经束。神经外膜可从两断端向后剥离，或切除部分。

3．神经束和神经外膜同时修复。

Grabb和其同事（1970），用恒河猴实验，比较神经束和神经外膜的修复，发现前者获得明显的好结果。这个实验是将正中神经和尺神经在腕部水平切除0.5厘米，用三种方法进行修复：

1．缝合神经外膜，不用放大镜，用6-0尼龙线的无创针。

2．缝合神经束，按其大小及位置，对合。

3．缝合神经束，按它们对电刺激的反应，鉴别那个神经束具有较多的运动神经和那个束具有较多的感觉神经。

在第2和第3组中使用了显微镜，用10-0尼龙线和精细的器械。在7～9个月评定运动神经的恢复。第2组和第3组的结果远比第1组为优，因此推荐神经束的修复。但此实验无法将神经外膜缝合与神经束缝合做精确地对比，因为神经束缝合使用了放大镜和较好的手术器械。

Burke和O'Brien（1976）切断而不截除狗的腓总神经，研究不同的修复方法，包括显微镜下修复神经外膜、切除神经外膜修复神经束以及同时修复神经束和神经外膜，以观察其结果。在第二组切除的神经外膜两端均不超过1厘米。要小心保护神经膜动脉，它是纵行走向并在表面有侧枝循环，不要损伤它，以免神经断端缺血。

49条杂种狗不加选择分成三组，所有的狗均将一侧腓总神经切断。所以选用这个神经是因为它容易显露，神经束较大而且数少。不用狗的坐骨神经不仅因为在显微镜下操作暴露困难，而且它的血管也太多。实验设计是同一肢体对比腓骨长肌和伸趾短肌运动神经的恢复。在腓骨头后方做一个长5厘米的纵形切口，暴露腓总神经。神经在股二头肌末端之深面，切断肌肉并充分止血。将神经游离，在位于腓总神经进入屈踇长肌及腓骨长肌之间的近侧4厘米处，在显微镜下用10-0尼龙线在腓总神经外膜二侧方作标记缝线。在标记线稍近侧将刺激电极置于腓总神经下面。刺激点远侧2厘米处用精细的剪刀横行切断神经。神经用10-0尼龙缝线修复。

在六个月后探查神经，结果用肌电图和神经传导速度评定。这些研究包括近端的腓骨肌及远端的伸趾短肌。修复的神经和肌肉均行组织学检查。修复是在理想的情况下作的，没有张力，用一切方法使神经束仔细的从新对合。用神经外膜修复时，依靠神经外膜的缝线来标记神经束的位置，以保证在切断后能正确的对位。

在统计学方面近侧和远侧的肌肉恢复没有差异。其例外的情况是同时修复神经束和神经外膜的狗，如果近侧肌肉有较好的神经支配，则远侧肌肉有较好神经支配机会也多，这个统计数字是有意义的。从组织学方面看，如果标本不加选择地研究时，在使用三种方法中没有观察到真正的差异。应该认为研究神经再生，狗不是理想的动物。

Ikuta（1975），切除狗的腓神经长1.5厘米。距神经断端大约1厘米处在神经束上用5到6-0尼龙线缝二针固定缝线。这些缝线是为了使神经表面张力得以解除，然后在断端缝合神经束膜。通过包括肌电图和组织学的研究，显示出如果神经束先作了固定缝合，以缓解了张力，其结果比没有这些减张缝合的要好。用这一方法对一些病例可能避免做神经移植。

周围神经显微修复的技术

早期修复 在驱血止血带下显露神经。任何新鲜断裂的神经，都因为它具有弹性而回缩进伤口内，为了找出断端常需延长伤口。在早期神经外膜松弛呈薄膜样，可在神经表面自由滑动。神经束也很松动。在手术显微镜下，用精制的锐利剪刀，将明显损伤的神经切除。许多外科医生建议用器械将神经固定，用锐利的刀片横行切断它。但最后结果不比使用精制锐利剪刀切断更好。这剪刀专门保留为切断神经而用。有时神经断端已损伤的神经束不在同一平面切除（图 16·3），但一个平的切面便于缝合（图 16·4）。神经外膜剥离约 0.5 厘米。一些外科医生建议使用 1 %亚甲兰以鉴别神经束膜。但这并不必要。用一绿色塑料小条置于神经下面，可作对比的衬底。



图 16·3 用锐利剪刀切断的神经束断面

神经对位 外科医生必须解决好神经的对位，神经应该放在自然松弛的状态，并且要确定神经外膜血管的位置。用这些作为一个标准去很好的对合神经。通过显微镜去观察切断的神经断端，并且确定突出来的神经束的大小。当神经缺损很少或没有缺损时，在相对的断端上，可找到相对应的神经束。这在有运动和感觉的混合神经内更特别重要。最后、在神经下面的神经系膜等组织，可作为另外的对位标准。

神经修复 解除止血带，在神经的断端用一个二极电凝器止血。如果需要止血带还可以再打上。这里强调指出，在神经断端间的张力应该很小。将神经外膜剥脱少许以避开断端。这是一个有用的指标，即神经两断端虽经过游离松动，用 9-0 或 10-0 缝线仍不能缝合神经束，说明张力太大。肢体保持在中立位或 10°～15°轻度屈曲位。在较大的神经干内，借着缝合神经束膜，使神经束的各组得到对合（图 16·5）。

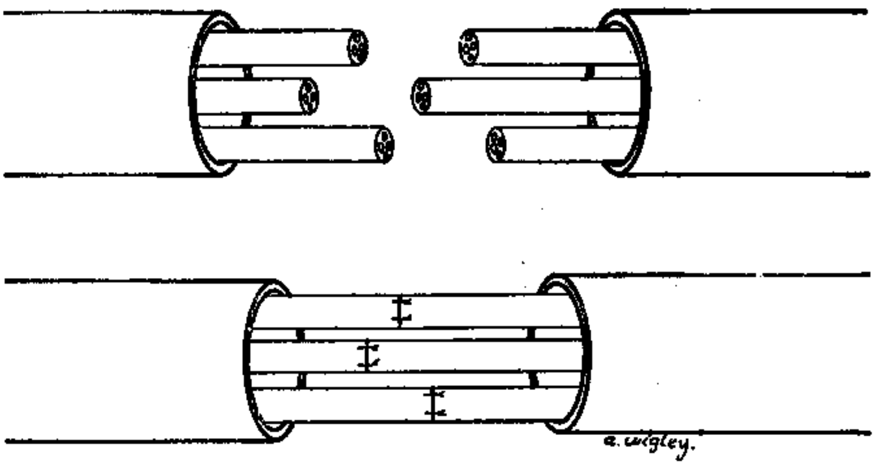


图 16·4 在不同水平修复神经束将神经外膜剥离或切除

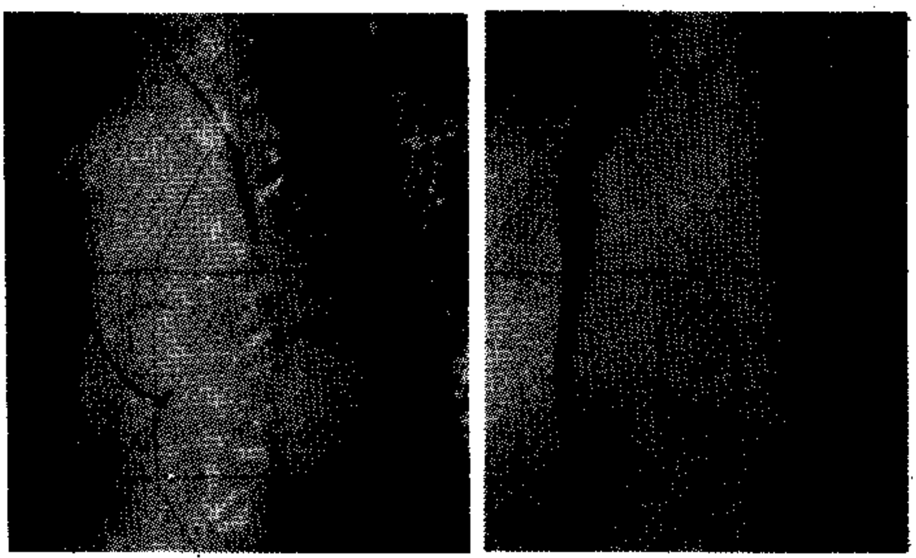


图 16·5 A. 将神经断端的神经外膜剥脱少许后，进行周围神经束修复，神经束的对合良好 B. 修复结果，在神经束对合处用很少量的缝线

在浅在的神经束没有缝合以前，应首先缝合较深部神经束的束膜。只有缝合一定数量的神经束，神经才能得到良好的对位。很细的缝线如 19 微米镀金属尼龙针线或 10-0 尼龙线，缝合后反应最小。缝合全部的神经束如有时是 30 条或者更多条，那是既不可能也不必要去做的。有一些人介绍用 7-0 尼龙线串连缝合神经束作为牵引线。缝线是从神经外膜穿入，距断缘约 1 厘米，沿着神经束方向缝合，缝入相对应的神经束，再从神经断端穿出。然后将此缝线穿过皮肤并结扎，这样以减少神经吻合处的张力。三个星期以后拆除缝线。这种缝合方法可损伤神经束，建议避免使用这种减少张力的方法。

在缝合神经外膜（图 16·6）或同时缝合神经束——神经外膜手术中（图 16·7），用 9-0 或 10-0 尼龙线闭合神经外膜。越靠肢体近端可能需要用 8-0 尼龙线。在开始缝合神经外膜时越是需要用较粗的线，说明所要缝合的神经张力可能越大，包在神经外膜内的神经束就要回缩。开始的缝线缝在间隔 120° 位置上，像缝合小血管一样，留下长线。

当前面的神经外膜层用几针间断缝线闭合后，将一条导线在神经的下面通过，另一条在神经上面通过，于是神经就被旋转过来。任何突出来的小的神经束要修剪掉。后面的神经外膜开始先缝合中间一针，然后用间断缝合法闭合，使神经外膜得到对合。用珠宝镊子轻柔地牵拉牵引线，有时可有助于缝合。

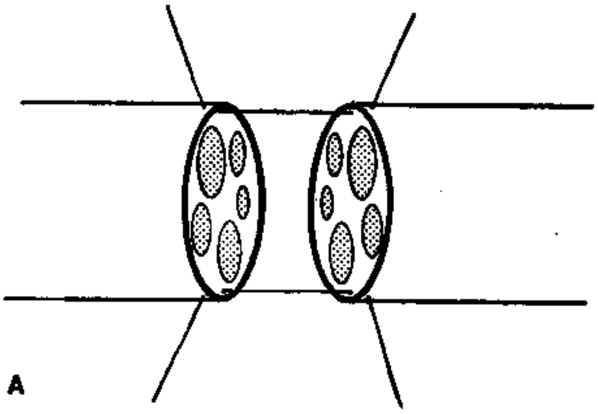

A

图 16·6A　缝合神经外膜的两条牵引线已穿入

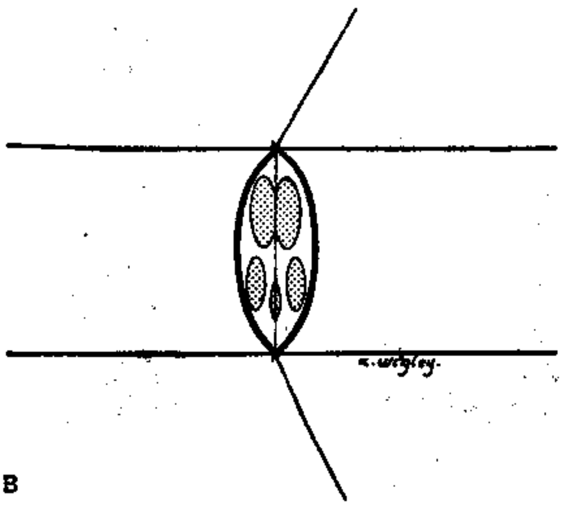

B

图 16·6B　结扎两条牵引线

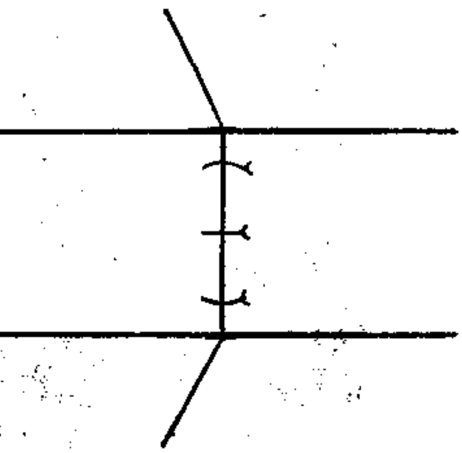

C

图 16·6C　神经前面已缝好，在外膜上用几针间断缝合

在修复其它断裂的组织之后，关闭伤口，将该部固定使关节保持在轻度屈曲位。

当该部位缺血时，应先进行显微血管手术，但是并不妨碍行一期修复断裂的神经。

二期修复　二期手术适当的时间大约是5～8周，因为远侧神经段的萎缩是进行性的，若超过这个时间，将使神经束的对合更为困难或不可能。事实上所有运动神经终板在15个月发生退变，感觉神经接受器在18个月发生退变。在二期修复时，神经断端可能离得非常远，需要进行神经移植。假如神经断端以前曾做过固定，或将两端缝在一起，那么，二期手术时将神经断端修成新鲜断面后，有可能做显微神经修复。有时神经仅仅是部分离断，常常发生侧方的神经瘤。

开始剥离神经，可在放大镜下进行。更精细的神经检查，需使用显微镜。两端的神

经外膜应各剥脱少许。在二期修复时神经外膜变得较厚，并且缺少滑动，而且由于增加结缔组织瘢痕形成神经束是不易活动。在一个完全断裂的神经，断端有一个明显的神经瘤，用精制锐利的剪刀，逐次地切断，直到仅仅留有正常的神经束。一些外科医生主张，从正常的神经处开始剥离神经束，直到不正常的水平，并分别地切断它们，使之成为交错的神经断面。相对的神经断端同样地处理。当外科医生能满意地用最小的张力可以吻合神经时，用 9-0、10-0 尼龙线做神经束膜缝合，使适当数量的神经束能准确的对位（图 16·8）。

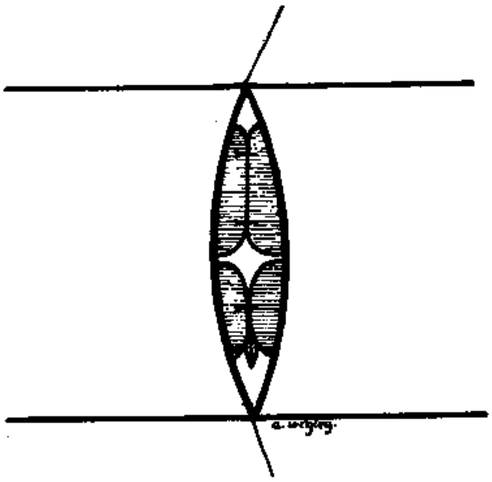
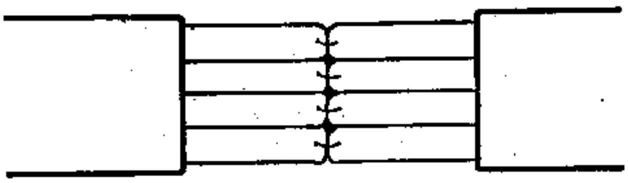


图 16·7　神经束和神经外膜同时修复。一些神经束已缝合，接着闭合神经外膜

当神经不完全断裂时，在显微镜下剥离才有可能精确地切除损伤部分，而留下其没有损伤的神经束。假如缺损太大，就需要作神经移植以代替缺损的神经。



A

图 16·8 A　周围神经的神经束缝合，对合均匀。神经外膜已经剥离，或切除一小段



图 16·8 B　用 10-0 尼龙线缝合神经束已接近完成

指神经修复

指神经的损伤是所有周围神经损伤中最常见的。在某些情况下，修复的结果是很差的，特别是拇指。神经束精确的对合是重要的。神经修复的一般原则同样地适用于指神经手术。应该在止血带下进行神经剥离，然后放开止血带，在神经修复开始以前要止血。神经要在最小的张力下吻合。在吻合开始时，助手在显微镜下用珠宝镊在两断处夹住神经外膜，将神经断端拉拢。然后在没有张力下缝合第一针（图16·9）。Buncke（1972）建议在开始缝合时，用7-0或8-0尼龙线，距每个神经断端大约2厘米处缝合神经外膜，用以作为减张缝合。

仔细对准神经断端，以使神经束能准确地对位。神经外膜剥脱一小段，用19微米



图 16·9A　一条镀金属尼龙显微缝线穿过神经束膜，修复指神经的神经束

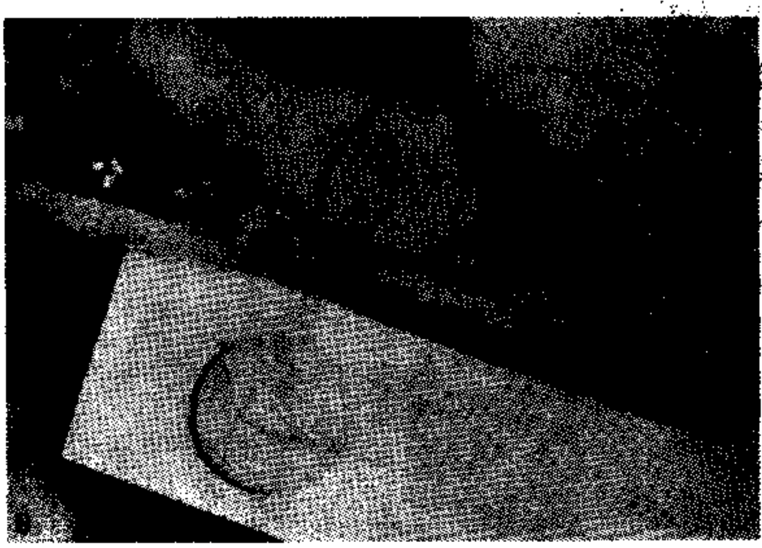


图 16·9B　用镀金属19微米尼龙线二期修复指神经



图 16·9C　同一指神经的近景

镀金属尼龙微细线穿过神经束膜缝合神经束（图16·9）。不是所有的神经束都必须缝合，通常缝合3～4针较为适宜。假若神经不能精确对合，可将手指轻度屈曲，或用一完整的或部分的腓肠神经段进行神经移植。

手指固定在轻度的屈曲位，三周后开始任意地活动。

神经吻合后的再修复

通常Tinel氏征发生在修复的位置，并以不同的速度向远端推进，在缝合初期耽搁一段时间以后，常常以每天平均1毫米的速度向远端进展。在儿童这个速度明显较快。Tinel氏征逐渐消失。但是假如持续存在或停滞不前三到四个月没有任何有意义的功能恢复时，就需要探查。

有时病人在别处已进行过一次神经修复，来请外科医生会诊。该病人应该间隔1～2个月观察一次，以便对他的功能进展做出准确的评定。另外，连续的肌电图检查可能有帮助。在修复后六个月假如没有功能恢复，那末应该重新修复。

在探查时，神经瘤的大小以及远侧神经干的粗细，可作为判断修复后神经再生不良的有用指征。远侧神经干经常是萎缩的。在显微镜下探查时，将神经束分别地找出。假如已经建立了连续，则不应再将这段截断。在将来可能利用电子设备用以充分地检查单独神经束的功能。

结果的评价　用主观和客观的标准，借着对运动和感觉的分析，来评价神经修复的结果。不能单独评价运动功能的恢复，必须同感觉神经功能一起来评价。当有严重的感觉缺陷时，肌肉就不能充分发挥功能，和最大限度的应用。对结果的评价还必须与这一部分的全部功能和与病人联系起来考虑。病人的主观愿望、年龄和职业都有重要的关系。其结果对一个病人来说是可以接受的，但对其它病人来说可能认为是失败的。

运动功能　每个肌肉的运动情况可以按照如下等项记录：

M 0 没有收缩；

M 1 颤动或微弱的收缩；

M 2 没有地心引力时可自主运动；

M 3 抗地心引力运动；

M 4 抗地心引力和抗阻力运动；

M 5 正常的肌力。

假若关节正常，还应进一步测定关节运动的范围，以及运动时的力量。根据神经的损伤来记录特殊的活动，例如正中神经损伤时，要检查拇指的对指。在尺神经修复后，手指的分指并指运动、小指的外展、拇指掌指关节的稳定性以及拇指的内收功能全应记录下来。

正常肢体相应的运动范围和力量也应当记录下来，然而由于过分使用会变得粗大，这个因素要考虑到。有时去区分正常肌肉和受累肌肉的作用是不可能的，因为二者是在一起的。在这些情况下，运动的力量则可分类为强、弱或微弱。

萎缩的程度也很重要。可简单在用在预定位置测量周径办法来评定。这可与对侧肢体做比较，但还应考虑到健侧肢体粗大的问题。进一步的评定可以通用水容量排出试验，同时也要和正常肢体比较。

肌电图的研究，可提供肌肉重建神经支配的最早期的征象。Wynn Parry (1953)报告，这些发现比随意收缩平均要早八周。由于重建神经支配的过程是散在于整个肌肉的，因此金属探针无需选择一个神经重新长入区。许多因素决定从手术起到肌肉开始恢复所需时间的长短。这些包括：损伤和手术之间间隔的时间；损伤的平面；肌肉的状况；修复时张力的大小和有无伤口的并发症。

影响运动功能恢复程度和质量的因素是，轴索恢复到肌肉中的数目，和与原来神经进入肌肉的距离，以及周围组织的状况，而周围组织的情况则取决于失去神经支配时间的长短和其间所采取的处理措施 (Sunderland, 1968)。

感觉功能的评价　许多试验可以用来评定皮肤和深部感觉的功能，这些试验全都需要病人对所给予的刺激作出识别、鉴定和定位。试验应该在安静环境中具有对照、迅速、准确地完成，并且不要让检查者和病人感到疲劳。所设计的检查方法，对感觉功能应该能获得最大程度的了解。在对侧肢体相应部位进行同样的检查，并作比较，是有帮助的。最常使用的检查是病人的痛觉能力、用棉花毛轻触、重触和温度改变。两点鉴别力能提供对触觉灵敏度的可靠评价。汗腺功能能够由茚三酮试验作出记录 (Moberg, 1958)。这些检查病人都应当在没有任何视力的帮助下完成。应当进一步确定病人的实体触觉的鉴别能力，区分各种物质和表面的质地，以及鉴定物体的性质。虽然运动的范围和力量是正常的，如果病人的感觉被损坏，在没有视力的帮助下，功能上是个“瞎子”。各种感觉功能可根据其质量分级，但是总的说来，结合临床检查，包括大小和表面不同物体的拾物试验和完成日常简单任务的能力等，将给予感觉功能最确切的评价。

在完成这些任务中，和从事已选定的职业的能力方面，视觉所起的作用应当予以肯定。

暂时的或永久的感觉障碍经常能看到，包括感觉异常、感觉过敏、触觉减退、感觉缺失和放射感。

感觉神经传导的研究，可提供一些有益的资料。在评价感觉功能时，必需将感觉神经分布区的变异和皮肤感觉的重叠支配的情况考虑在内。

定期地进行Tinel氏征检查，可以观察感觉神经再生的进度。Tinel氏征进展速度有变异。它表示新生感觉轴索的进展，但该检查有一定的限度。它既不能指示再生轴索的数量，也不能预示最后的结局。最早期感觉恢复的皮肤征象是压之疼痛，随之而来的是为期几个月的不适的刺痛感。这种早期不适的感觉逐渐消失，而代之以改进了性质的感觉。随着时间的进展，再生轴索的髓鞘不断增多，并且功能也进一步成熟。新生轴索和以前的感受器重建联系。各种不同感觉的恢复时间常有不同。恢复的程度也有出入，在成人恢复经常是不完全的，但在儿童常可见到完全恢复正常的。建立一个稳定的感觉状态需要的时间是需要以年计不是以月来计算的。它包括建立神经再生条件的时间，以及再生的神经纤维向末梢生长的时间。许多周围组织的营养状态，例如肌腱、关节以及皮肤，对最后感觉恢复的鉴定都起作用。最后功能的恢复受以下因素的支配，也就是依靠有正确支配和足够数量的再生轴索和感觉感受器所建立的有功能的经末器官。借此技术，外科医生应当取得最好的神经对位，这样，生长的轴索自然就能进入合适的神经内膜管，并且神经内疤痕组织也就能减到最少。功能训练的措施能加快感觉恢复的速度和改进恢复的质量。

保护结构有损伤的病人，需要特别注意，避免过热、过冷、割伤和其它创伤是很重要的。本体刺激感受器结构的丧失，可能使病人不知道损伤部分所处的位置。当有永久的感觉和运动功能障碍时，应当预防继发畸形。

结论

显微外科修复神经的价值，很少有统计学的证据可以利用。假如用显微外科修复神经后，感觉不能恢复，常是由于张力过大或者血肿。当神经真有缺损时，指神经移植比神经修复能获得更好的结果。

在指神经手术后，两点鉴别，在大多数成人是10毫米或更少。而在儿童，显微神经手术结果一律是好的。病人主观上对他的功能满意，是对神经再生的最确切的评定。

（杨克非　王澍寰　程绪西）

参考资料

Buncke, h. J. (1972) Digital nerve repairs. Surgical Clinics of North America, 152, 1267-85.

Burke, P. F. & O'Brien, B. McC. (1976) A comparative study of the methods of canine peripheral nerve repairs. In preparation.

Edshage, S. (1964) Peripheral nerve suture. A technique for improved intraneural topogrphy, evaluation of some suture materials. Acta Chirurgica Scandivavica Supplement, 331.

Grabb, W. C., Bement, S. L., Krepke, G. H. & Green, R. A. (1970) Comparison of methods of peripheral nerve suturing in monkeys. Plastic and Reconstructive Surgery, 46, 31-8.

Hakstian, R. W. (1968) Funicular orientation by direct stimulation. An aid to peripheral nerve repair. American Journal of Vone and Joint Surgery, 50, 1178-86.

Ikuta, Y. (1975) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead, England.

Kurze, T. (1964) Microtechnique in microneural surgery. Clinical Neurosurgery, 11, 128-37.

Lundgren, V. (1975) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead, England.

Mandl, H., Freilinger, G. & Holle, J. (1975) Abstract from Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, Paris, France.

Michon, J. & Masse, P. (1964) Le moment optimum de la suture nerveuse dans les plaies du membre superieur. Le Revue de Chirurgie Orthopidique et Repatrice de l'appareill Moteur, 50, 205-12.

Millesi, H., Meissl, G. & Berger, A. (1972) The interfascicular nerve grafting of median and ulnar nerves. Journal of Bone and Joint Surgery (American). 54A, 727-50.

Moberg, E. (1958) Objective methods for determining the functional value of sensibility in the hand. Journal of Bone and Joint Surgery, 40B, 454-76.

Seddon, H. J. (1954) Peripheral Nerve Injuries. Special Report series for Medical Research Council, No 282. London: H. M. S. O.

Smith, J. W. (1964) Microsurgery of peripheral nerves. Plastic and Reconstructive Surgery, 33, 317-29.

Sunderland, S. (1968) Nerves and Nerve Injuries. Edinburgh and London: Livingstone.

Terzis, Julie (1975) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead, England.

Wynn Parry, C. B. (1953) Electrical methods in diagnosis and prognosis of peripheral nerve injuries and poliomyelitis. Brain, 76, 229-65.

17. 显微神经移植

在桥接大段的神经缺损中，自体神经移植已证明比异体移植优越。Millesi、Meissl和Berger（1972）的重要实验工作发现，缝合处的张力是影响神经修复结果的重要因素。结缔组织增生的数量和断端间缺损段的大小，与张力的大小有直接关系。将神经两断端稍做游离，关节在中立位或稍屈曲位，如神经断端仍不能在最小张力下缝合修复，那么，应该进行神经移植。这些著者还指出，尽管神经移植后轴索必须通过两个缝合处，但与在张力下直接缝合的神经相比，神经轴索的再生和神经长入远端的程度要好。Seddon（1954）指出，神经移植段的长度与它的成活和最终功能关系不大。神经移植段的血循环重建，是在神经段的全长同时进行，而不是沿其纵的经路自近而远的生长。直径越大的神经，在神经内的缺乏血循环重建的可能性越大，除非吻合大的动脉和静脉以重建血循环（Taylor 1975）。包括若干条神经束的电缆式移植，只靠缝合神经外膜将其连接到神经两断端，则不能保证神经束准确的对合。这样的神经移植，由于不能及时重建血循环，增加了中心坏死的危险，为了这个理由以及避免张力，Millesi 和 他的同事提出将包括数条神经束的移植段，与神经断端粗细相同者，做束间移植。神经束移植这一词，意思是将只有一个移植的神经束缝合到神经断端的一个神经束上。

Seddon（1963）报告，分两期做带蒂神经移植，将尺神经移植到正中神经，取得一些好的结果。但无论如何，著者主张用束间移植来修复断裂的神经是更为可取的。

Millesi、Meissl 和 Berger（1972）在报告他们的结果中谈到，所有病例，都做了神经移植，只有三种情况例外：

1. 当神经缺损二厘米或更短时，神经两端稍游离后，行神经缝合。
2. 肘关节处尺神经损伤，缺损在四厘米以内，神经前移后能直接缝合。
3. 神经损伤合并有骨折不愈合，为此需行手术，可短缩适当长度的骨骼，以允许神经能端对端吻合。

移植用的神经

腓肠神经是主要的作为移植用的神经，取两侧腓肠神经至少有80厘米长可供移植。为指神经手术可将腓肠神经纵行劈开，以提供直径较细的移植段。其它神经如前臂及上臂内侧皮神经、股外侧皮神经、胫前神经和肋间神经，也均可选择用作神经移植。Mitlesi（1975a）报告他成功地应用一段长约31厘米的神经，移植到感觉神经上，和用19厘米长的一段移植到运动神经。

切取腓肠神经的技术

病人进行手部手术过程中，允许切取腓肠神经。在仰卧位，手术暴露比较困难，但将病人稍倾斜，用一个沙袋垫在髋下，可以暴露稍易。不用止血带。有些外科大夫主张将病人放在腹卧位，并在主要手术开始前切取神经。但应预先知道所需神经的长度。

在外踝的后方作一小横切口，在小隐静脉后方可找到腓肠神经。轻柔地牵拉神经，

在其上方约5厘米处做另一横切口，在第二个切口内分离神经，在下方切口内切断神经，并将其拉入上方的切口内。用此种方法，经一系列横切口，能切取适宜长度的神经。切取神经的长度要根据受伤神经的直径和缺损长度而定。正中神经需要5～6段腓肠神经，尺神经需要4～5段腓肠神经移植，指神经需要移植一段神经。在某些情况下，可纵行劈开腓肠神经，仅需切取该神经的一部分，用以修复指神经的缺损。

神经移植段的植入

如前章所述，在手术显微镜下将神经断端准备好，剥去少量神经外膜，并把神经束分开成组。神经束各组的横断部位要错开，从而可使其在不同水平形成疤痕（图17·1），

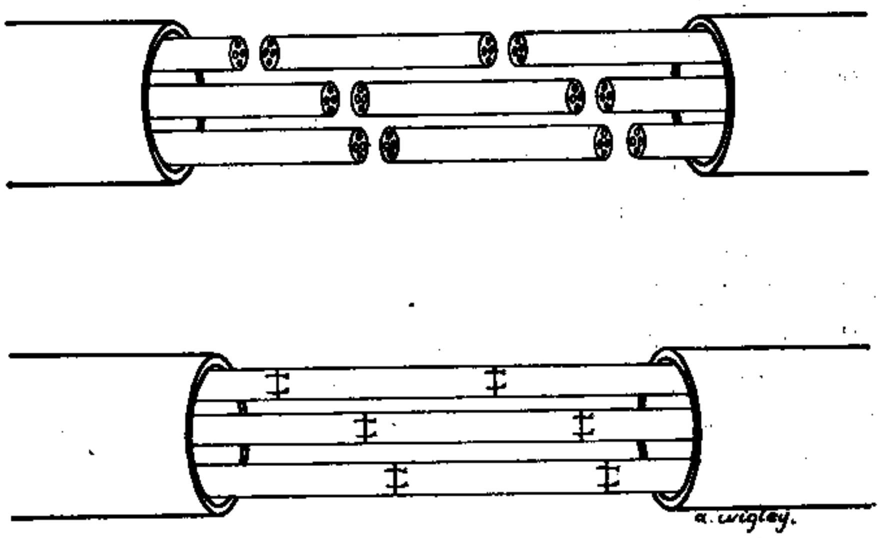


图17·1 束间移植，剥离掉少量神经外膜，神经断端的神经束切到正常水平，使移植神经的吻合点错开



图17·2 腓肠神经的束间神经移植段长五厘米，移植到腕部的正中神经

神经移植段的数目，按照神经断端各个束组的大小和数量来决定。放松止血带，神经外膜上任何出血的血管，可行结扎或用小的双极电凝器止血。将适当长度的神经移植段植入，避免有张力。神经移植段与神经断端的一组神经束缝合，将一组组神经束用10-0缝合针线，缝两或三针，穿过神经移植段的外膜，和神经断端的束间组织或神经束膜缝合（图17·2）。

肢体放在中立位或稍屈曲位，用同样方法再将神经移植段的远端与远端神经断端相应的神经束组缝合。由于神经束可发生交叉，特别是神经缺损较多时，两个神经断端，神经束的缝合，可能不是相应的。移植神经段与神经两端迅速地粘在一起，该处小量的出血，可使粘连质量更好。



图 17·3A　腕部正中神经以前发生的不全离断，伴有神经瘤形成



图 17·3B　切除神经瘤同时保留完整的神经束



图 17·3C　同一病人，在正中神经部分缺损处，用腓肠神经做束间移植

如果神经断裂是不完全的，并存在一定长度的疤痕，可借助于手术显微镜，仔细地把疤痕剥离掉，将未断裂的神经束保留，有时，这个缺损需要做神经移植（图 17·3）。

如果在较大面积内发现有广泛的疤痕时，不是将疤痕完全切除，而是用较简单且适用的方法，将移植的神经绕过疤痕，与疤痕床两端的正常神经吻合，如此，移植的神经可经过有正常的血运组织。这种做法，在断肢再植后的二期手术中更有价值，可以避免在再植处的致密疤痕中操作而损伤修复的血管。

肢体固定在中立位 2～3 周，然后开始理疗。Millesi（1975b）提早在 10 天即开始理疗。

神经移植的失败

有时在移植神经的远端可发生神经再生障碍，在该处 Tinnel 氏征可 3～4 个月停滞不前，于是要探查远端吻合处，截除吻合处并重新修复。

结　果

按前章显微神经修复中所列的原则去评定结果。Millesi 等（1972）报告他们的束间移植的结果，在 57 例病人中（8 例有正中和尺神经损伤），有 33 例正中神经，32 例尺神经。不论运动和感觉功能均达到较高水平，并详细地报告了结果。

（曹宝珠　王澍寰）

参考资料

Millesi, H., Meissl, G. & Berger, A. (1972) The interfascicular nerve grafting of the median and ulnar nerves. Journal of Bone and Joint Surgery, (Am), 54, 727-50.

Millesi, H. (1975a) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead, England.

Millesi, H. (1975b) Personal communication.

Seddon, H. J. (1954) Peripheral Nerve Injuries. Special report series for Medical Rearch Council No 282. London, H. M. S. O.

Seddon, H. J. (1963) Nerve grafting. Journal of Bone and Joint Surgery, 45B, 447–61.

Taylor, G. I. (1975) Third International Symposium on Microsurgery, East Grinstead, England.

18. 其它管状结构与组织的显微外科

关于其它管状结构与组织的显微外科涉及到若干外科的分科。在显微神经血管外科发展的现阶段，需要有经过训练的显微神经血管医生和其它分科之间的密切配合。使这些外科的分科在显微外科的试验和临床训练方面逐渐达到一定水平。在不断取得经验之后，希望能很好地发展各分科的显微外科技术。但显微外科的设备和知识对各分科继续有用。

输 卵 管

显微外科的技术曾经应用于女性结扎绝育或感染的输卵管的修复。在我们试验室，Paterson 和 Wood（1974）用兔作试验，在显微镜下重新吻合一组输卵管。动物分成两组。对照组是将一侧卵巢及输卵管切除，检查对侧的卵巢和输卵管，注意不要损害它们。试验组，除了切除一侧卵巢和输卵管外，将对侧输卵管在其和子宫接连处1.5～2厘米处切断，在显微镜下重新吻合。

操作技术　两组动物均通过正中切口做手术。用三人双目手术显微镜，切断的输卵管两端用压力较小，可调节的一双显微血管夹夹住并拉拢(图 18·1)。用 10-0 尼龙线或镀金属的 19 微米尼龙针线，贯穿管壁全层间断缝合。缝完一侧后，将止血夹旋转 180 度，以便吻合管的后壁。修复输卵管时，管内不用支持物。

手术后四周，两组动物在控制条件下，均与雄性交配，共三天。以证实有无怀孕。如果未怀孕，六周后重复上述交配。

结果　试验组吻合了输卵管的10只兔子其中6只怀孕，妊娠是正常的。对照组，手



图 18·1A　已切断的输卵管，用柔软的止血夹固定



图 18·1 B　用 10-0 尼龙线修复已切断的输卵管，第一针，贯穿全层

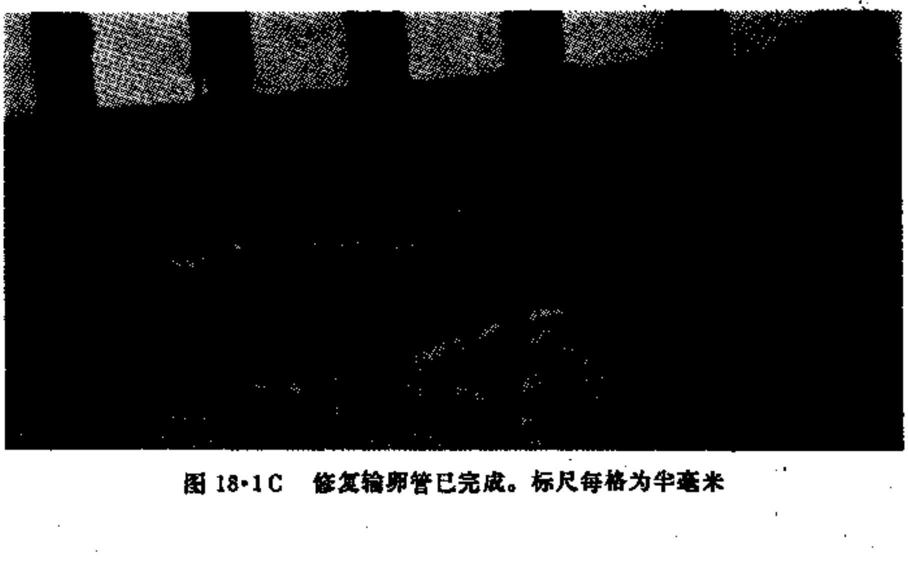


图 18·1 C　修复输卵管已完成。标尺每格为半毫米



图 18·1D　吻合后 3 个月。可见一细的缝合线。未见有粘连

术后 9 只兔生了小兔。

吻合输卵管的兔怀孕者，输卵管组织切片检查，有轻度扭曲（图 18-2）。往远端堵塞的子宫内注射美兰，在吻合过输卵管而未怀孕的 4 只中有 2 只的输卵管通畅，两只注射药物通畅的输卵管的组织切片和怀孕的相比差不多。美兰不能通过吻合处的两只，其中一只可见有显著的粘膜绉襞的扭曲。没有炎性反应，但肌肉连续性中断，代之以纤维组织。另一只输卵管的连续性完全破坏，两断端闭锁，被 0.5 厘米的致密的纤维带所分

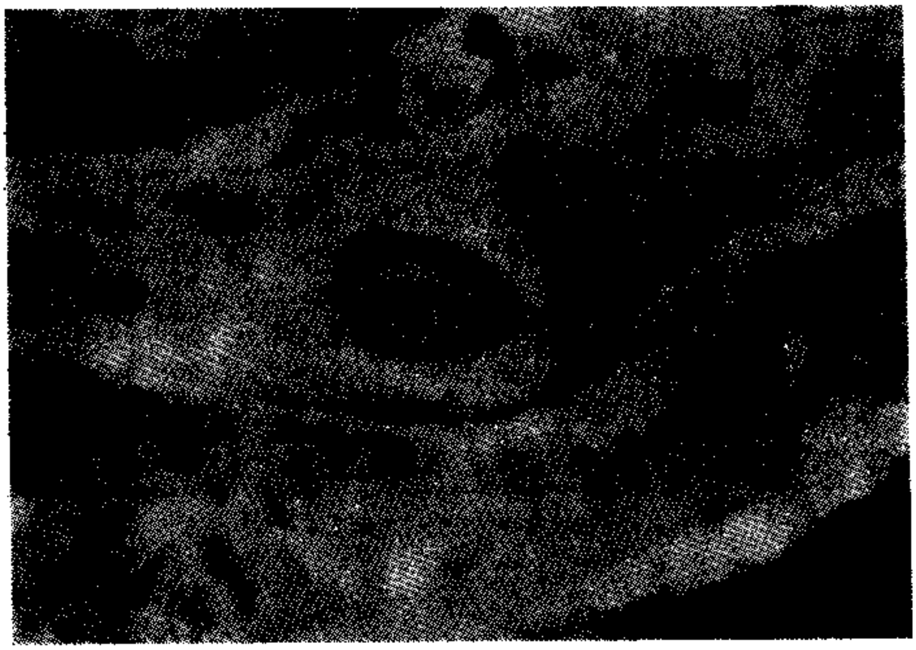


图 18·2A　完好的输卵管之横切面，可见缝合的尼龙线。术后两个月（HE 染色）



图 18·2B 术后3个月横切面，HE 染色输卵管通畅

隔。此现象说明吻合处发生过坏死脱落。

Winston (1975) 用极细的尼龙线吻合切断的家兔输卵管，25只中有23只怀孕，怀孕率达92%。用肠线修复，输卵管内不用支持物，与用尼龙线缝合并在输卵管内放支持物7天，成功率均明显下降。用肠线和延长应用支持物的时间，会并发纤维组织增生，形成粘连和吻合口愈合不良。粘膜未与任何缝合材料结合。

我们用显微外科技术曾为6名妇女重新吻合输卵管，但随访时间尚短，不能做最后



图 18·3A 子宫、输卵管和卵巢被圆韧带所牵拉。由于过去感染输卵管在近子宫处已闭塞



图 18·3B　在切除输卵管纤维化的一段之后，用泪管探针从输卵管伞部，经过切断的输卵管而进入子宫

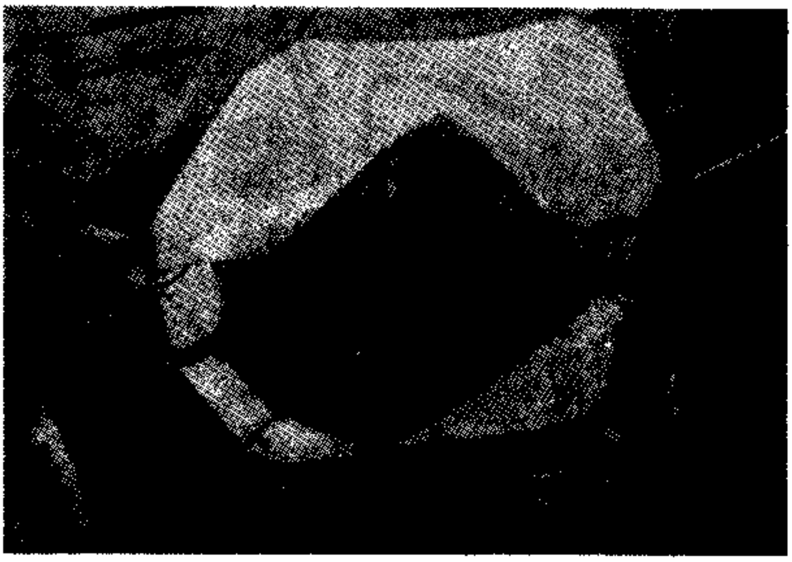


图 18·3C　用8-0尼龙线修复两侧输卵管，将其缝合到与子宫的连合部。未用管内支持物。粘膜未缝合

评价。其中有一例，在输卵管内侧部，切除一段3厘米长的子宫壁外的输卵管，再将其外侧的断端与子宫壁间的输卵管断端吻合（图18·3）。在显微镜下行输卵管重建有其实际意义，因为显微外科技术提供了较大的准确性，现有的结果（近25%的怀孕率）在将来可望得到改进。

吻合血管的输卵管移植

为了矫正妇女输卵管严重的结构紊乱，曾试用小肠、隐静脉、塑料管、阑尾和腹膜管来替代，但所有这些均无价值。这些组织不能替代输卵管及其复杂的生理功能。若干试验，包括我们自己的在内，力图用吻合血管的异体移植再造输卵管。Cohen（1974）建立用猪的输卵管作吻合血管异体移植的试验方法。移植时应用右侧输卵管和一片远端的子宫角，静脉连同一片下腔静脉之静脉壁。移植的输卵管之子宫动脉和接受移植动物的子宫动脉行端侧吻合，有时可用阴部内动脉。将移植之卵巢静脉上所带的下腔静脉壁和受体之下腔静脉侧方吻合。吻合时未用放大镜。子宫角缝合两层，内层缝合通过肌肉层但不包括子宫内膜，外层缝合浆膜及外层肌肉。此技术也应用于狗及绵羊，但方法稍有改变。做狗的动脉吻合时，在3倍的放大镜下进行。

术后给猪肌肉注射25,000单位肝素及1克氯霉素，一日二次共10天。Cohen报告，有一动物于术后134天解剖，发现子宫角外观正常输卵管伞健康，未见有排斥现象。组织学上为正常组织结构，没有显著炎症浸润。但要充分认识到，猪的独特之处是重建血运的异体移植物的免疫反应没有排斥的现象，这种实验必需谨慎对待。

Winstoh 和 McClure-Brouhe(1974) 对4只兔子进行自体输卵管和卵巢移植。移植到对侧后，将输卵管血管与近侧相应的血管端对端吻合。手术在显微镜下进行，用11-0尼龙线。有2只兔子怀孕，第3只术后36小时死亡，第4只发生移植物梗塞。

Cohen（1975）在临床上做了一例异体输卵管移植，吻合血管，未用抑制免疫的治疗。未说明是否应用显微外科技术，但出现了严重的排斥反应。应该考虑到短时期内应用抑制免疫药物，一旦妊娠后应即停药。

许多妇科手术，如子宫截除术包括去除正常输卵管，这可提供移植物的来源。输卵管移植组织配型的重要性至今尚未确定。

输 精 管

美国（Derrick，Yarborough 和 D'Agostino，1973）每年大约施行750,000到1,000,000输精管结扎术，而要求再吻合的数字在增加。

O'Connor（1948）对许多美国外科医生进行函询调查，分析其结果。125位医生做了420例输精管吻合，160例成功，总的成功率为38%。判断成功的标准是以射出的精液中有无精子出现为依据。未记明怀孕率。Dorsey（1973）经过近20年的时间，随诊129例输精管结扎术以后又行吻合的病例。输精管结扎术前，只有9例没有孩子。在输精管截除术到再吻合手术之间平均为7～8年。他指出阻断输精管并不废止精子的生成。输精管吻合术的失败并不是再次手术的禁忌证。Dorsey 报告在9例失败的病例中，经过再次吻合有6例成功。这组病例中有24名妇女怀孕。若依据射精中出现有活力的做为判断标准，其吻合成功率为88.3%。

Derrick等（1973）在美国进行了最新的调查，从542名医生的1,630例中分析。

尽管输精管吻合术的方法不同，若以怀孕与否为标准，用缝合法吻合的成功率在10.9%，而用尼龙线做可以抽出的缝合，妊娠率达到26%。输精管吻合后精液中出现精子的总数为38%。不论方法为何，其平均妊娠率为19.5%。

输精管吻合术后，精子出现率和妊娠率之间出现的差距受很多因素影响，如男性和女性的生育能力，输精管结扎术后循环中精子凝集抗体的出现，输精管结扎的方法和输精管的交感神经支配（Montin 和 Stewart，1974）等。双方生育能力从过去妊娠历史判断。输管结扎方法各异。有时在其盘曲部或其附近，切除较长一般输精管，以至以后无法吻合。在这种情况下，建议采用付睾输精管吻合（Dorsey，1973）。在输精管修复中，交感神经系统的作用尚不清楚，而 Hulka 和 Davis（1972）曾指出，如果输精管在吻合后缺乏蠕动，可能与不生育有关。

操作技术 输精管吻合方法很多，包括应用各种缝合材料，如丝线，铬制肠线，尼龙，钢丝和涤纶。输精管吻合应该作为显微外科技术。虽然有些医生应用了放大镜，但这方面以往却强调不够。在显微镜下操作可使输精管的分离和吻合更精确。找到输精管的两断端，切除损伤的部分，经过充分的游离后使吻合没有张力。输精管经扩张后，用10-0尼龙线全层缝合4针，各针相距90度。由于管壁较厚，待4针全缝合后再行结扣。

没有证据说明缝合不应包括内壁。在外壁再缝合足够针数以完成修复。应用这种技术，其结果还需进一步判断，但对输精管吻合要强调用显微外科技术。

付睾输精管吻合术 这种方法应用于付睾体和付睾尾先天阻塞或发育不良。付睾体和输精管的侧对侧吻合，其结果令人失望。其原因表现为两方面：

1. 没有应用放大手术野的设备，而且在粗糙的操作中用较粗的器械和缝合材料。为了使这种手术有成功的希望，应该用显微外科的技术，持夹组织要轻柔，用精细的器械和显微外科用的缝合针线。

2. 在付睾头部行纵形切口，不能保证盘曲的小管的连续性。这些小管可能在很多水平被切断。在手术时，用显微镜进行涂片检查可发现能动的精子，就证实了这点。

操作技术 切口从腹股沟内侧开始向下到阴囊颈部，暴露输精管、付睾头、两者紧密相连。在手术显微镜下切开付睾头，此时可见精液。等到病理医生证实有活动的精子后手术再继续进行。在输精管做相应的纵切口，其长度和付睾头切口一致。用9-0或10-0无创尼龙缝合针线，穿过输精管切口之后壁。然后，再将缝线穿过付睾头上相应切口的边缘，使缝线尽量的表浅。当后壁修复完成后，同样方法修复前壁。

其结果取决于正常精子的生成和吻合术的成功，但无论如何并不能保证生育。

付睾输精管吻合术的结果并不满意，这说明还需要进一步研究，如果可能将睾丸网与输精管吻合，则所有的睾丸网的成分都引流到输精管内。

阴茎再植

由于创伤所致的阴茎离断很少见。由于它位于易受保护的位置，又穿着裤子，这就减少它遭受创伤的机会。若受伤时通常为撕脱伤。阴茎离断常常为自伤或因报仇致伤。

完全离断的阴茎用常规的办法进行再植几乎都失败。就是最好的结果也只部分成活（Best，Angelo 和 Milligan 1962；McRoberts，Chapman 和 Ansell 1968）。不完全离断，仅保留一小条的皮肤，可能供应最低要求的血运，最后可能足以使阴茎成活。（Mendez，

Kiely 和 Morrow 1972；Schulman 1973)。

在动物实验中，狗的阴茎再植只需修复一条背侧动脉和静脉即足以保证它完全成活(Horton 等，1975)。这些著者在吻合两条背侧动脉，两条背侧静脉和另一皮肤静脉，以及修复阴茎体和尿道，其结果是愈合最好而肿胀极轻。他们设计用显微外科技术再植人的阴茎的手术步骤。估计会有较多出血，最好用压迫止血而不用止血钳。离断的阴茎开始保存在碎冰块的液体内，在术中仍保持冷藏，直至阴茎血运完全恢复为止。再植离断的阴茎要应用显微外科技术，包括修复尿道，阴茎体内的一条阴茎深动脉，一条阴茎背动脉，一条浅部的和深部的背侧静脉，背侧神经和皮肤。如果可能的话，0.5毫米以上的血管都应修复。在常温下6小时或零度到4度24小时的缺血，不影响阴茎再植的成功(Hayhurst 等，1974)。离断的阴茎不建议进行灌洗。术后要轻度抬高阴茎，应用留置导尿管。抗凝治疗在术后至少推迟12～24小时再使用，很可能是不需要的。

睾丸下降不全

对于睾丸下降不全有不同方法的睾丸固定术，均能获得满意的结果。睾丸在其下降的路上停留，其停留的位置和阴囊的距离越大，越增加睾丸固定手术的困难。睾丸位于腹股沟的高位或为腹腔内睾丸，有若干手术方法，包括在张力下行睾丸固定，分期睾丸固定，切断血管带而依靠输精管的血液循环供给睾丸(Fowler 和 Stephens，1963)。但所有这些手术没有一个满意。因为不正常的睾丸常有恶变的危险，而其位置又不易进行定期检查，所以只有行睾丸切除手术。由于有了显微外科方法进行血管吻合，考虑到有可能将腹腔内或腹股沟高位的睾丸移植于阴囊内，将睾丸动脉和静脉与腹股沟或大腿血管吻合(Mac Mahon，O'Brien 和 Cussens，1976)。这种用狗作实验的工作已于1973年完成。

动物实验操作技术 实验选用杂种狗，因为其来源容易，吻合血管的大小和5～8岁儿童相似。在全麻下手术，将8只狗，10个睾丸连同其动脉和静脉从腹股沟处游离，长约10厘米。然后将血管切断和阴部动脉或腹壁浅动脉行端端吻合。吻合用10-0单线尼龙线间断缝合，手术在显微镜下进行。静脉先吻合，然后再吻合动脉。另一组的4个睾丸，将睾丸血管结扎切断，观察仅依靠输精管血管能否维持睾丸的血液循环。这是Fowler 和 Stephens (1963) 所提出的论点。在全麻下手术作睾丸活体组织采取，手术前及术后2～12周进行比较。间隔不同时期将狗杀死，以检查睾丸及吻合情况。

结果 用8只狗，做10侧睾丸。血管吻合用腹壁下血管3例，阴部血管7例(表18·1)。手术后1周，10只睾丸中的9只做活体组织检查，其中7例表现和术前活体组织检查无差别(图18·4)。另一只睾丸未做活体组织检查，但临床检查似为正常。另2只为同一条狗的两侧睾丸，切片不完全正常，显示睾丸小管有些核分裂，但没有精子；以后每周作一次切片直至将狗杀死共4次，未见有任何改变。

术后一周看起来是正常的7只睾丸，其中5只分别在6周、10周(两只)、11周和12周杀死时，见到有正常的精子。动脉和静脉吻合口均通畅(图18·4)。5只中有3只在手术时曾切断输精管的血管。另外2只在活检后发生严重感染以致睾丸萎缩。在血管吻合术后唯一未做睾丸活检的，于术后2周发生急性梗塞(图18·4)。镜下检查动脉阻塞(图18·4)但静脉吻合通畅。

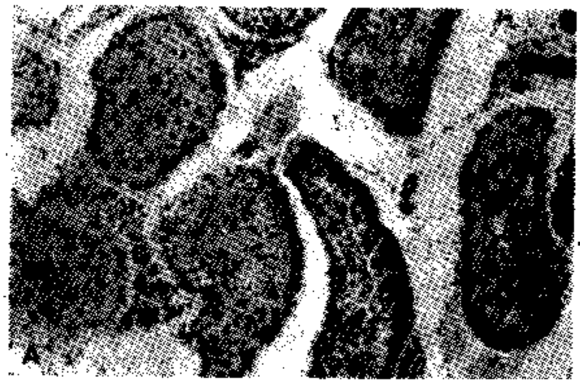


图 18·4A　狗睾丸之术前切片。小管有多层细胞，管内有精子（HE染色）



图 18·4B　移植重建血运 10 周后之睾丸切片与上图相似（HE染色）



图 18·4C　吻合通畅的睾丸动脉 10 周后之横切面（HE染色）



图 18·4D　术后两周睾丸发生急性梗塞（HE染色）

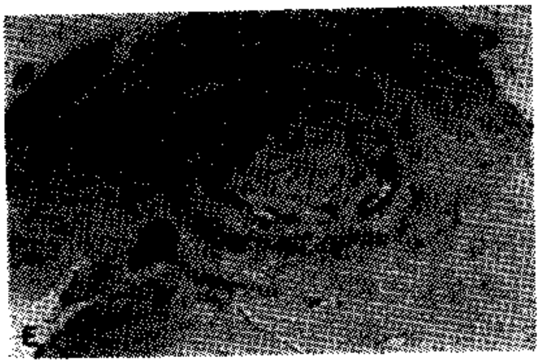


图 18·4E　同一睾丸术后 2 周动脉栓塞（HE染色）

作为对照的 4 只睾丸，睾丸的动脉和静脉结扎，保留输精管血管完整。2 例阴囊内容物完全坏死。另 2 例输精管和付睾长期存活，但在切片中未见睾丸组织（表 18·2）。

表 18·1　吻合小血管的睾丸移植

狗之编号	何侧睾丸	切断输精管的血管与否	与何血管吻合	术后距杀死狗或切除的时间（周）	杀死狗时之组织学检查
1	右	切	阴部	14	小管的细胞见有核分裂，未见精子（术后一周切片正常）
	左	切	腹壁下	14	正常睾丸，有精子
2	左	未切	腹壁下	6	睾丸小管偶见核分裂，未见精子
	右	切	腹壁下	6	睾丸小管偶见核分裂，未见精子
3	左	切	阴部	15	仅见付睾（术后一周切片正常）
4	左	切	阴部	11	正常睾丸，可见精子
5	左	未切	阴部	10	正常，可见精子
6	右	切	阴部	10	正常，可见精子
7	左	切	阴部	6	正常，可见精子
8	右	未切	阴部	3	新鲜梗塞（一周时临床正常）

表 18·2　睾丸血液循环的交替供应（输精管的血管）

狗编号	睾　丸	睾丸血管	输精管血管	结　　果
9	右	结扎切断	完整	术后 2 周，阴囊内容物梗塞
10	左	结扎切断	完整	术后 1 周阴囊内容物梗塞
11	左	结扎切断	完整	术后 7 周，仅见付睾
	右	结扎切断	完整	术后 7 周仅见付睾

讨论　有 14% 下降不全的睾丸，位于腹内（Campbell, 1942）。双侧下降不全者占隐睾的 19%（Collins 和 Pugh, 1964）。睾丸下降不全患者发生睾丸恶变的较正常男性高出 12 倍到 43 倍之多（Dow 和 Mostofi 1967；Gilbert 和 Hamilton, 1940）。而腹部睾丸较腹股沟处睾丸的恶变危险性要高出 4 倍（Campbell, 1942）。腹部睾丸置于阴囊之后，其恶变的危险性是否减少并不肯定（Gilbert 和 Hamilton 1940；1970），但是位于

阴囊部位睾丸的新生物远比在腹部容易检查。双侧睾丸下降不全者是无生殖力的(Scott, 1962) 如果双侧行手术治疗，隐睾患者能生育的占44%，而单侧隐睾患者能生育的为76%，能生育的人口中男性能生育的为74%（Atkinson, 1975）。此外，下降不全的睾丸较阴囊部睾丸更易发生扭转（Ogilvie, 1948）。

因此，腹腔睾丸只要有可能性应置于阴囊内，以增加生育能力，减少发生扭转危险，可能减低恶变危险，至少发生恶变后容易早期检查发现。

Fowler 和 Stephens（1963）报告一组病例共11例，为了便于行睾丸固定术，切断睾丸的主要血管，依靠输精管动脉以供应睾丸的血液供应。他们报告12个睾丸中有8个从解剖角度考虑是满意的，如睾丸的大小、形状、坚硬度和在阴囊内下垂的程度。他们指出血管的解剖对这种手术取得成功的重要性。没有证据说明这些睾丸的功能、以后睾丸的活检，组织学表现是不正常的。

如果在腹部或高位腹股沟睾丸能有另外的血液供应，那就能增加以后的生育能力和正常男性激素功能。在狗和人，其髂内或髂外血管的分枝都是进行小血管吻合理想的部位。如果有输精管血管，则应仔细保留，当切断睾丸血管将其在低位与其它血管吻合后，增加了维持睾丸血液循环的机会。

在尸体上，切口从耻骨结节至第12肋尖部，保持切口在髂前上棘的内侧。切开腹外斜肌腱膜，分开肌肉。切开腹直肌鞘，将此肌牵向内侧。分开腹内斜肌和腹横肌，以致使腹膜能够从髂窝推开。睾丸动脉起自主动脉，与肾动脉接近。睾丸静脉常为一对，左侧回流到肾静脉，右侧回流到下腔静脉。这些血管位于后腹壁，向上一直解剖到其起始部。在切口下端腹壁下血管及其分枝可以游离到腹股沟内环边缘。它们是与睾丸血管吻合的理想部位。

最近为两侧腹腔睾丸施行了手术。如果不切断血管蒂，睾丸不能置入阴囊内。将睾丸血管和腹壁下血管吻合，其中1例睾丸重建了血液循环（图18·5）。此例还需进一步观察，因为手术后时间尚短。



图18·5A　6岁男孩，两侧腹腔睾丸



图 18·5B　睾丸及睾丸血管带完全切断。睾丸置于冰冻的明胶内



图 18·5C　将睾丸血管和腹壁下血管的分枝吻合后，睾丸重建血运

用吻合血管方法一期移植结肠及空肠

自从 Billroth (1872) 首次描述切除颈部食管以来，为了再造食管做了许多富有创造性的尝试。包括皮管、厚断层皮片，全层皮片和前胸部皮管等。Androsov (1956) 游离小肠再造胸段食管，将一条肠系膜动脉与左内乳动脉吻合以增加其血液循环。Ong(1971)

游离结肠再造食管，未增加其原有血液循环。

Seidenberg 等（1959）报告游离一段空肠吻合血管再造颈段食管，Roberts 和 Douglass（1961）用同法修复食管。Hiebert 和 Cummings（1961）用吻合血管方法游离移植胃窦，Nakayama 等（1962，1964）和 Eastcott（1964）游离移植重建血运的结肠。在血管吻合时未用放大镜，有些在临床上也获得好结果。

虽然 Ong 氏所主张的带原有血管蒂的结肠移植可充分代替食管，但是不是所有患咽下部或食管上部癌症的都需要行全食管切除术，而且也不是所有的食管癌患者在切除肿瘤后，单靠游离本身原有血管蒂的结肠就可以和上颈部食管吻合。用显微外科技术吻合血管的优越性和一般外科的技术相比较已被充分证实。这些经验促使我们应用显微外科技术吻合小血管的方法，进行游离移植结肠来替代食管的动物实验。

实验研究 在我们试验室（Sulianegara 等，1976）用小血管吻合的方法，将狗的游离横结肠移植至颈部，替代颈段食管，共做 15 只狗。在环状软骨下切除 7～10 厘米一段的颈段食管。横结肠移植段在近端和咽部食管吻合，远端和食管的远端缝合。结肠和食管的蠕动方向要一致，用 4-0 无创丝线缝合针，缝合各层。

一条结肠系膜静脉和切断之颈内静脉端对端吻合，或与前颜面静脉任何口径相接近的分枝吻合。结肠系膜动脉与头侧甲状腺动脉之肌枝行端对端吻合，用 10-0 尼龙单丝间断缝合，在最小的狗则用 19 微米镀金属的尼龙线。整个缺血时间 3～4 小时。原来缺血的结肠痉挛收缩，重建血运以后立即变红，软而松弛（图 18·6）。狗在术后第一日进流食，第三日进固体饮食；以后改为静脉输液三天，然后第三天进流食，第五天进固体饮食。所有存活的狗，均做钡餐造影，动脉造影，然后将狗杀死将移植的结肠做组织学检查，并检查血管吻合处。

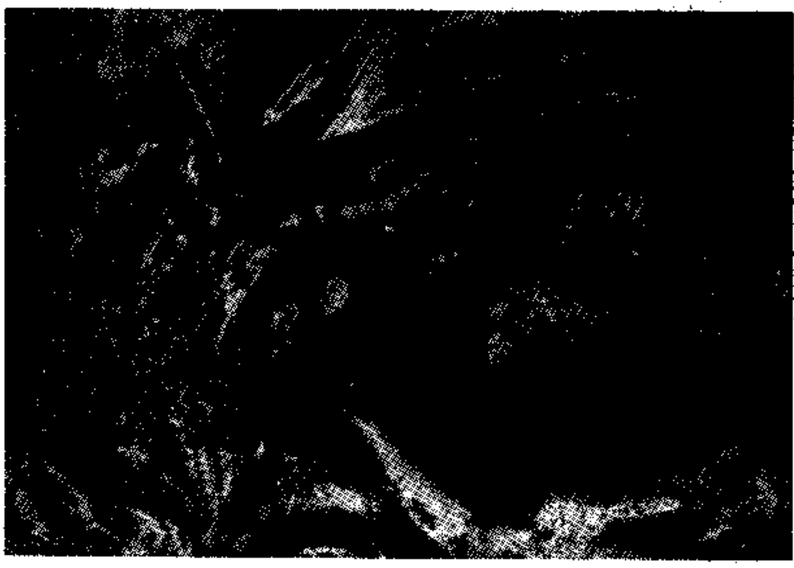


图 18·6 移植横结肠以替代食管颈段。将结肠系膜血管的动脉与头侧甲状腺动脉之分枝吻合，其静脉与颈静脉吻合。移植之结肠柔软和存活

结果 15 只狗 4 只死于手术中，其中 2 只麻醉过量，2 只由于血管吻合口破裂。因此应该在移植的结肠与食管吻合后，再行血管吻合，以避免修复的血管裂开。4 只狗于



图 18·7　术后5周，钡餐显示移植之结肠通畅

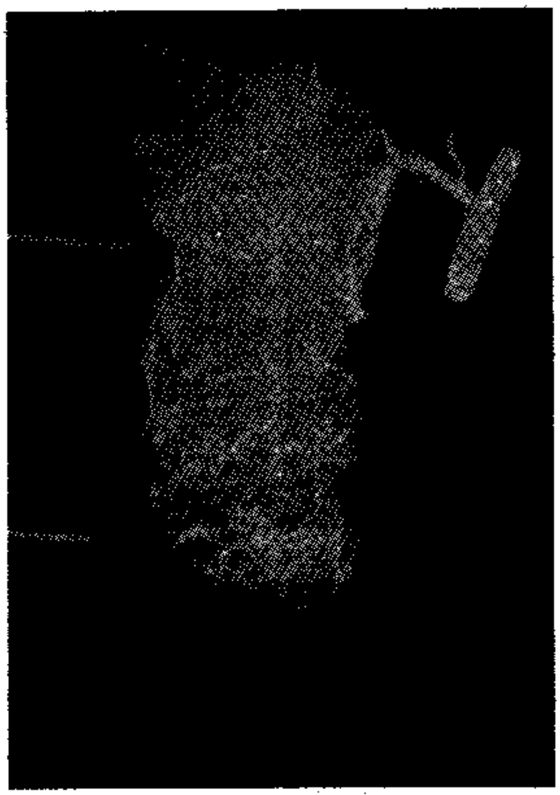


图 18·8　术后5周用显微造影剂做颈总动脉造影。动脉吻合通畅，移植结肠内血管网可见

术后3天死亡，2只发生移植结肠的坏死。于术后1周2只发生瘘管，7周后另1只发现移植的结肠狭窄。其余4只，移植之结肠成活，于术后2、4、6、10周时功能正常。11只狗中的7只手术后存活，血管吻合处在死时或探查时通畅，8只狗移植之结肠存活。钡餐造影显示移植之结肠功能好（图18·7）。从左侧颈总动脉插管进行动脉造影，可见通畅之吻合口及细小的结肠动脉网。将狗杀死后，经颈总动脉以显微造影剂造影，这几只狗均表现动脉吻合口通畅，以及移植之结肠血管网亦通畅（图18·8）。有一只其血管从移植之结肠至食管远端整段均证实通畅。

组织学检查，4只狗中3只结果好，表现为食管结肠结合部以及动脉吻合处愈合良好。在这些结合处仅有轻度炎性反应，在结肠粘膜无显著变化。在结肠吻合处，完全有上皮覆盖，食管到结肠在其相连处上皮有突然的改变。在结肠的两处吻合口均见此变化（图18·9）。粘膜肌层和肌肉层愈合良好，仅有少量瘢痕。移植结肠之神经丛，可以明显辨认。



图18·9 食管–结肠连接部分的纵形切片。可看到从食道到结肠的上皮的突然变化。肌肉层愈合良好，仅有狭窄的瘢痕（HE染色）

本组实验例数虽少，但在颈部应用显微外科技术吻合血管是满意的。血管的通畅，可以避免用以代替颈段食管而移植的结肠的缺血和狭窄。实验的后一半动物结果最好，这是由于对小血管吻合技术有了经验，其它方面的处理也有了改进。

显微肾脏移植

鼠的异体肾移植证明是很好的科研实验模型，已建立了许多实验的方法(Lee 1967；Guttman 等 1967；Daniller 等 1968；Salaman 1969)。现在所用的方法，包括以往的一些技术，能够在操作上获得较高的成功率（Blamey 等 1974)。观察的重点放在对异体移植排斥过程的组织变化的判断。作者认为这种方法，在判断异体移植受排斥程度方面，比测定受肾动物成活情况更有优越性。接受移植肾的鼠，其另一侧肾保留在原位，可避免在异体肾受排斥时发生尿毒症。

在乙醚麻醉下，暴露肾脏，切下肾脏带着输尿管上部及尽量长的肾血管。许多人建议用灌注，液体的配制为5毫升冰冷的10%低分子右旋糖酐，每毫升含有肝素4个单位和3毫克罂粟碱。

这类器官移植也许不需要灌注，在再植外科和组织移植的临床和实验都支持这点。将接受肾移植鼠的左肾切除，异体肾移植后，血管用10-0尼龙线 BVa 型缝合材料（Ethicon 厂出品）做端对端间断缝合。先吻合静脉，动脉用双头血管夹夹住后用同法缝合。放松止血夹后肾脏立即获得血液循环。输尿管吻合有几种方法。大多数在吻合输尿管时，用一段外径为0.5毫米的聚乙烯管做支持物，缝合两针输尿管周围组织。聚乙烯管保留在内（Daniller 等 1968)。如果需要，以10-0尼龙线做更精确的显微技术缝合，输尿管内不用支持物。手术时间，切取肾脏要30分钟，接受移植的动物手术约为50～60分钟，包括血管吻合25到30分钟。接受肾移植的鼠，其右侧肾脏保留在原位。

这种手术时间较短，而且成功率较高的方法，其结果对节省时间和使实验动物成活都有价值。移植术后一周或更长时间，90%从技术上讲是成功的。输尿管吻合的方法，证实是成功的，我们的经验也同意 Salaman (1969) 的看法，即利用一片膀胱壁的方法常增加发生合并症的机会。这种方法另一优点是在切取供肾鼠的肾脏时，其主动脉、腔静脉和膀胱完全不触及，因此以后还可再一次供给移植用，特别是两者不需用近亲繁殖的动物时更适用。

这种肾移植的方法对聪明的技术员来说学习较容易，在免疫实验室里他可提供有价值的模型供研究用。这种已定型的操作，能够使有训练的技术员担任有重要价值的任务。只要具有一定设备和材料，用小动物做显微外科实验，从经济观点看比用大动物便宜，而且后者来源和喂养都较为困难。

冠状动脉外科

因冠状动脉疾病而致心肌缺血的病例，采用冠状动脉搭桥手术，来着手解决这一问题，是有道理的，近几年来这类手术已得到普遍推广。比较有效的冠状动脉重建手术包括动脉内膜切除术 (Effler 等，1964；Sawyer 等 1967)；动脉内膜切除加动脉壁修补成型术 (Effler 等 1965)；隐静脉移植搭桥术 (Favalora, 1968) 以及内乳动脉与冠状动脉吻合搭桥 (Green, Sterlzer, 和 Ruppert, 1968)。动脉内膜切除术，无论是否同时施行动脉壁修补成型术，由于血管口径较小，所以效果差，现已放弃。相反的据许多心脏病治疗中心报告，用隐静脉桥接主动脉与冠状动脉是很成功的，而且死亡率低。经过两年或两年以上的观察，70～75%的病例移植的血管通畅，症状缓解。如果吻合处保持通畅，

预后取决于冠状动脉远端的血管枝其退行性变发展的快慢。静脉搭桥至冠状动脉，直径小于2毫米的，可用手术放大镜行端对侧吻合。在放大镜下手术，心脏中等度的活动不致受到影响。

Green（1970）在新鲜尸体中，解剖有动脉硬化的冠状动脉，发现远端分枝直径小于1.5毫米的血管，其动脉硬化的程度很少是严重的。

在我们实验室里，研究在手术显微镜下，将狗的内乳动脉和冠状动脉左前降枝之远端做吻合，后者直径1～1.5毫米。这在技术上是可行的。以冠状动脉造影检查血管吻合通畅与否。此外，将冠状动脉近端结扎以后，研究通过移植动脉供给心肌的血液循环量。方法是直接观察所有动物心室的功能和心电图，以及对存活最长者的心室肌肉做组织学检查（Jairaj 等，1972）。在这组为数较少的实验中，表明动物在显微镜下行血管吻合术后，即时通畅率还是比较满意的。

此项研究证实 Green（1970）的结论：此技术可应用于临床，从理论上可解决当冠状动脉阻塞，而只有远端血管适宜接受另一来源的血液供应的病例，远端血管的直径在1～2毫米。然而，这种情况在临床并不常见。在冠状动脉显微外科中，用放大镜放大4倍情况下，可满意地将隐静脉和不同的冠状动脉在较近侧的水平进行端对侧吻合。

结论

临床显微外科的发展，标明修复外科将要进入一个新时代。虽然显微外科尚处于初期阶段，但是由于把精密的技术应用在修复手术中，对修复再造的能力方面已做出了巨大的贡献。目前某些设想的实现和应用已经给再造外科带来很大改进；但是和免疫反应得到控制以后，显微外科可能有的发展相比，目前得到的成就还是微小得很。用显微血管外科技术进行异体移植在80年代可能成为现实。

（程绪西）

参考资料

Androsov, P. I. (1956) Blood supply of mobilized intestine used for an artificial oesophagus. American Medical Association Archives of Surgery, 73, 917-26.

Atkinson, P. M. (1975) A follow-up study of surgically treated crytoorchid Journal of Paediatric Surgery, 10, (1)115-19.

Best, J. W., Angelow, J. J. & Willigan, B. (1962) Complete traumatic amputation of the penis. Journal of Urology, 87, 134-8.

Billbroth, Th. (1872) U eber die Resektion aes Oesophagus. V. Langenbeck. Archiv fur Klinische Chirurgie, 13, 65-9.

Blamey, R. W., Baxter, Thelma J., O'Brien, B. McC. & Bennett, R. C. (1974) Renal allotransplantation in the rat; Method and histological findings. Australian and New Zealand Journal of Surgery, 44, 179-81.

Camphell, H. E. (1942) Incidence of malignant growth of undescended testicles, critical and statistical study. Archives of Surgery, 44, 353-69.

Cohen, B. M. (1974a) Vascularized homograft transplantation of the oviduct in the piga-case report. South African Medical Journal, 48, 162-4.

Cohen, B. M. (1974b) The strategy of vascularized transplantation of the fallopain tube.

South Aftrican Medical Journal, 48, 2097–104.

Cohen, B. M. (1974c) The strategy of vascularized transplantation of the fallopian tube. South Aftican Journal of Obstetrics and Gynaecology, 12, 75–82.

Cohen, B. M. (1975) Personal communication via E. C. Wood.

Collins, D. H. & Pugh, R. C. B. (1964) Classification and frequency of testicular tumours. British Journal of Urology, 36, Supplement, 1411.

Caniller, A., Bucholz, R. & Chase, R. A. (1968) Renal transplantation in rats with the use of microsurgical techniques: a new method. Surgery, 63, 956–61.

Derrick, F. C., Yarborough, W. & D'Agastino, J. (1973) Vasovasostomy: results of questionnaire of members of American Urological Assoiation. Journal of Urology, 110, 556–7.

Dorsey, J. W. (1973) Surgical correction of postvasectomy sterility. Journal of Urology, 110, 554–5.

Dow, J. A. & Mostofi, F. K. (1967) Testicular tumours following orchiopexy. Southern Medical Journal, 60, 193–5.

Eastcott, H. H. G. (1964) Colonic reconstruction of the pharynx. Lancet, ii, 1182.

Effler, D. B., Groves, L. K., Sones, F. M. & Shirley, E. K. (1964) Endarterectomy in the treatment of coronary artery disease. Thoracic and Cardiovascular Surgery, 47, 98–108.

Effler, D. B., Sones, F. M., Favaloro, R. G. & Groves, L. K. (1965) Coronary endarterectomy with patch-graft reconstruction. Annals of Surgery, 162, 590–601.

Favaloro, R. G. (1968) Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion. Annals of Thoracic Surgery, 5, 334–9.

Fowler, R. & Stephens, F. D. (1963) The role of testicular vascular anastomy in the salvage of high undescended tests. In congenital Malformation of the Rectum, Anus and Genito-urinary Tracts, ed. Stephens, F. D., pp. 306–20. Baltimore: Williams & Wilkins.

Gilbert, J. B. & Hamilton, J. B. (1940) Studies in maligmant testis tumours: Incidents and nature of tumours in ectopic testes. Surgery, Gynaecology and Obstetrics, 71, 731–43.

Green, G. E., Stertzer, S. H. & Ruppert, E. H. (1968) Coronary arterial bypass grafts. Annals of Thoracic Surgery, 5, 443–50.

Green, G. E. (1970) Microvascular technique in coronary artery surgery. American Heart Journal, 79, 276–9.

Guttman, R. D., Lindquist, R. R., Parker, R. M., Carpenter, C. B. & Merrill, J. P. (1967) Renal transplantation in the inbred rat. 1. Morphologic, immunologic and functional alterations during acute rejection. Transplantation, 5, 668–81.

Hayhurst, J. W., O'Brien, B. McC., Ishida, H. & Baxter, Thelma J. (1974) Experimental digital replantation after prolonged cooling. The Hand, 6, 134–41.

Hiebert, C. A. & Cummings, G. O. Jr (1961) Successful replacement of the cervical esophagus by transplantation and revascularization of a free graft of gastric antrum. Annals of Surgery, 154, 103–6.

Horton, C. E., Devine, C., Morgan, R. G. & Hayhurst, J. W. (1975) Replantation of the penis. An experimental study in dogs. In preparation.

Hulka, J. F. & Davis, J. E. (1972) Vascetomy and reversible vasocclusion. Fertility and Sterility, 23, 683-96.

Jairaj, P. S., O'Brien, B. McC., Richardson, J. P., Clarebrough, J. K. & Bennett, R. C. (1972) The experimental application of microsurgical techniques to internal mammary to coronary artery anastomosis. Australian and New Zealand Journal of Surgery, 41, 379-83.

Lee, S. (1967) An improved technique of renal transplantation in the rat. Surgery, 41, 379-83.

MacMahon, R. A., O'Brien, B. McC. & Cussens, L. J. (1976) The use of microsurgery in the treatment of the undescended testis. In press.

McRoberts, J. W., Chapman, W. H. & Ansell, J. W. (1968) Primary anastomosis of the traumatically amputated penis: case report and summary of the literature. Journal of Urology, 100, 751-4.

Mendez, R., Kiely, W. F. & W. F. & Morrow, J. W. (1972) Self-emasculation. Journal of Urology, 107, 981-5.

Montie, J. E. & Stewart, B. H. (1974) Vasovasotomy: past, present and future. Journal of Urology, 112, 111-3.

Nakayama, K., Tamiya, T., Yamamoto, K. & Akimoto, S. (1962) A simple new apparatus for small vessel anastomosis(free graft of the sigmoid included). Surgery, 52, 918-30.

Nakayama, K., Yamamoto, K., Tamiya, T., Makino, H., Odaka, M. Ohwada, M. & Takahashi, H. (1964) Experience with free autograft of the bowel with a new venous anastomosis apparatus. Surgery, 55, 796-802.

O'Conor, V. J. (1948) Anastomosis of vas deferens after purposeful division for sterility. Journal of Urology, 59, 229-33.

Ogilvie, H. (1948) Scrotal swellings. Annals of the Royal College of Surgeons on England, 2, 219-232.

Ong, G. B. (1971) Resection and reconstruction of the esophagus. Current Problems in Surgery, September, 3-56.

Paterson, P. J. & Wood, E. C. (1974) The use of microsurgery in the re-anastomosis of the rabbit fallopian tube. Fertility and Sterility, 25, 757-61.

Roberts, R. E. & Douglas, F. M. (1961) Replacement of cervical esophagus and hypopharynx by a revascularized free jejunal autograft. New England Journal of Medicine, 264, 342-3.

Salaman, J. R. (1968) Renal transplantation in the rat. British Journal of Surgery, 56, 818-22.

Sawyer, P. N., Kaplitt, M. E., Karlson, K. E., Stuckey, J., Wecksler, B. H., Simmons, D. N. & Dennis, C. (1967) Experimental and clinical experience with coronary gas endarterectomy. Archives of Surgery, 95, 736-42.

Schulman, M. L. (1973) Re-anastomosis of the amputated penis. Journal of Urology, 109, 432-4.

Scott, L. S. (1962) Fertility in cryptorchidism. Proceedings of the Royal Society of Medicine, 55, 1047-50.

Seidenberg, B., Rosenak, S. S., Jurwitt, E. S. & Som, M. L. (1959) Immediate reconstruc-

tion of the cervical oesophagus by a revascularized isolated jejunal sement. Annals of Surgery. 149, 162-70.

Sulianegara, R., O'Brien, B. McC., Ryan, P. J., Collopy, B. T. & Pianta, R. M. (1976) Experimental replacement of the cervical oesophagus with a free revascularized transverse colon autograft using microvascular anastomosis. In preparation.

Undescended tests (1970) Leading article in British Medical journal, ii, 248-9.

Winston, R. M. I. & McClure Browne, J. G. (1974) Pregnancy following autograft transplantation of fallopian tube and ovary in the rabbit. The Lancet, August 31, 494-5.

Winston, R. M. I. (1975) Microsurgical anastomosis of the rabbit oviduct and its functional and pathological sequelae. British Journal of Obstetrics and Gynaecology, 82, 513-21.